HD-MLA-9B小电流系统
接地选线/消谐装置

技术说明书

中国电力科学研究院

南京鹏智电气设备有限公司

2007年5月

HD-MLA-9B 型

小 电 流 系 统 接 地 选 线 / 消 谐 装 置

技 术 说 明 书

2.0 版本

起草:

校对:

审核:

批准:

中国电力科学研究院

南京鹏智电气设备有限公司

2007 年 5 月

* 本说明书可能会被修改，请注意最新版本资料。

* 由南京鹏智技术部监制

HD-MLA-9B

小电流系统接地选线/消谐装置

本装置主要用于中性点不接地或经消弧线圈接地的电力系统（小电流系统）发生单相接地故障时，自动选择接地故障线路或发生 PT 铁磁谐振时消除谐振。当小电流系统发生单相接地时，零序电流是分布的电容电流，数值很小且故障特征不明显，易受运行方式的影响，这是造成选线困难的原因所在。现有的一些选线装置由于选线方案上的局限性以及硬件电路自身存在问题，现场运行状况很不理想。针对以往的问题，我们利用故障时系统固有的零序特征量开发研制了选线/消谐装置，经原电力工业部电力设备及仪表质量检验测试中心检测与现场试运行，证明了装置运行可靠、动作准确率高、选线方案先进，攻克了小电流系统单相接地选线准确率低的难题。本装置适用于常规变电站，电厂厂用电系统及综合自动化变电站。

历经 10 余年的潜心研究。经过 9 代产品的升级改进和上百次的现场试验、经验总结，完善了装置的电路设计和选线方案。新推出的 HD-MLA-9B 型装置特别针对带消弧线圈系统，经大电阻及弧光接地时（这时选线最困难）的选线做了充分研究及最优综合判断。如现场接线能保证完全正确，加上现场安装试验时您的密切配合和我们周到的售前售后服务，相信装置判断准确率能达到 100%。

本装置特点：

- 选线方案上综合利用了暂态过程的突变量分析法(可消除消弧线圈及 CT 不平衡电流的影响)、稳态过程的谐波分析法及能量法等，进一步提高了选线的准确率。
- 硬件电路充分考虑了可靠性和抗干扰设计，严格按照继电保护装置设计、生产、检测。以确保装置长期稳定运行。
- 采用同步锁相技术提高采样精度。特别是带消弧线圈系统的采样问题得以很好解决。
- 采用自适应放大电路跟踪现场信号变化，二次侧 CT 输出信号在 0.5～1000ma 之间变化能保证正确选线。
- 强化了和综合自动化系统及远动装置的接口，不仅提供了串口输出信号（RS232 或 RS485）而且提供了继电器接点输出信号。
- 具有消除 1-4 段 PT 铁磁谐振功能（选配，价格另算）。
- 无定值设定，由于采用了相对比较判别原理，无需设定值，从而使得该装置不受运行方式及接地过渡电阻的影响。
- 能够检测永久性接地和瞬时接地，具有事故记录和追忆功能。
- 利用人工智能体综合判断给出选线结果的可信度。如果选线可信度达不到 100%，给出可能的故障线路供运行人员参考，如果可信度太低，则给出不能确定故障线路的选线结果，不会提供错误信息。
- 打印故障信息汉字输出。
- 液晶屏汉显，信息量大，面板操作简单。可在线编程，修改编号等参数。
- 安装、调试、维护工作量小。

目　　录

§1　概述 1
§1.1　小电流选线装置为什么不好用? 1
§1.2　新装置做了哪些改进 2
§2　装置特点与主要技术规范 2
§2.1　装置特点 2
§2.2　主要技术指标 3
§3　装置的基本工作原理 4
§4　适用条件及订货须知 5
§4.1　适用条件 5
§4.2　订货须知 5
§5　现场安装与接线 5
§5.1　装置的外形尺寸及安装 5
§5.2　现场信号来源及输入接线 5
§5.3　输出信号 7
§6　面板说明 9
§6.1　前面板 9
§6.2　后面板 11
§7　正常操作说明 11
§7.1　开机上电与复位 11
§7.2　运行状态 12
§7.3　运行状态下如何进入菜单 12
§8　装置调试 14
§8.1　校时 14
§8.2　同步 14
§8.3　通道 14
§8.4　AD 倍数 15
§9　在线编程 16
§9.1　母线参数及启动电压的修改 17
§9.2　线路数的修改 17
§9.3　母线及线路编号的修改 17

§9.4 线路 CT 变比的修改 18
§9.5 串口参数设定 19
§9.6 配置参数设定 19
§10 现场试验及模拟试验方法 21
§10.1 现场试验的目的 21
§10.2 现场试验的方法 21
§10.3 模拟试验的方法 23
§11 与变电站综合自动化系统及 RTU 的接口方法 24
§11.1 通过串口方式 24
§11.2 通过继电器接点方式 35
§12 装置的定检与维护 36
§12.1 定检与维护方法 36
§12.2 常见故障及处理办法 36
§12.3 微型打印机操作说明及换纸方法 37
§13 附录 38
§13.1 附录 A:架空线、电缆线电容电流估算方法 38
§13.2 附录 B:装置开孔尺寸及配线图 39
§13.3 附录 C:LCT 型互感器说明书 42
§13.4 附录 D:接入系统图 43

§1 概述

小电流系统是指中性点不直接接地系统，包括中性点不接地系统，中性点经消弧线圈接地系统或中性点经电阻接地系统。在我国，66KV 及其以下电压等级的电网中，一般都采用这种系统。

小电流系统发生单相接地以后，由于故障特征不明显，使得迅速、准确地指示接地回路有一定的难度，小电流系统单相接地选线一直是继电保护领域未彻底解决的一个难题。从八十年代末一直到现在，众多大专院校、研究院、生产厂家都致力于这一产品的开发与生产，提出了不少新思路与新方法，但从现场运行反馈回来的信息来看，用户对这种产品颇有微词,基本上处于一种抵触状态，一方面为急需要解决选线问题着急，一方面为没有可信的装置发愁。

§1.1 小电流选线装置为什么不好用

经过深入调查与分析，我们认为使用不理想的主要原因有以下几点:

1. 每种原理都有一定的局限性。

目前国内流行的三种原理是功率方向法、谐波分析法(即群体比幅比相法)、与信号注入法。

（1）功率方向法采用判断每条线路的零序电流的功率方向来确定故障线路，这种方法从原理上讲就达不到 100%的准确率，可能出现一条线路接地，判断多条线路或一条都判断不出的结果。目前，这种方法常被综合自动化系统中分布采样单元或功率方向继电器采用。

（2）谐波分析法：谐波分析法采用单相接地后零序稳态信号的群体比幅比相法。由于比幅比相时，采用的是相对原理，因此，这种方法从理论上讲不存在死区，不受运行方式及接地电阻的影响，可以做到 100%的准确率，其选线方案的有效性已得到充分证明。但对于 CT 不平衡导致的零序电流，这种方法不能有效解决。

（3）信号注入法，虽然接线简单，不须零序 CT 回路，但由于注入信号大小及方法的限制一般主要用于 10KV 及以下电压等级系统。另外，探头的灵敏度和可靠性易受各种外界因素影响，再者综自站及无人值守站的使用有些不便。

2. 硬件电路设计上存在着严重的先天不足导致了装置的运行可靠性很低，大部分用户有这样的反映：装置投运一年内，判断准确率很高，但以后就不准确了，这往往是由于硬件电路故障导致的。

3. 小电流选线装置未作为继电保护装置对待。不论是从设计、制造、工艺还是从应用上讲，小电流选线装置一直被认为是一个检测装置，由于它的运行好坏不直接对系统的安全运行造成影响，因此未引起足够重视。生产厂家为技术保密不对用户公开硬件图纸，而现场用户由于没有图纸和相应检验规程而无法象保护装置一样做定检和维护。

4. 有一些仿造产品混入市场，由于部分厂家根本不懂这方面的技术，只会照猫画虎，其产品未经任何测试就进入市场也给正规产品造成了非常恶劣的影响。

5. 现场安装接线问题。由于选线装置须引入零序电压及零序电流回路。而 66KV 及以下系统，以往设计时只安装了两相 CT，没有零序回路，因此零序回路的接线往往问题最多。从我们去现场服务的情况来看，往往会出现:

零序回路不对应；回路未引入；零序不平衡电流过大；极性不对等现象。

如果输入的信号不对，则选线装置无法保证正确选线。

6. 对于消弧线圈接地系统，一般采用提取 5 次谐波分量来选线。由于 5 次谐波分量较小（只占基波的 2～3％）而且零序电流本身就小，这使得对 5 次谐波的提取在硬件电路上有很高的要求，因此带消弧线圈的系统其选线困难更大些，处理不好，就可能误判。另外 CT 不平衡，导致正常运行时就有零序电流可能比故障零序电流还大，也会造成误判。

7. 生产厂家服务不到位。小电流选线装置是一个集中式装置，须把全站小电流系统的零序电流回路引入装置。从这一点上讲，它比一般保护要复杂些，因此生产厂家应到现场安装、试验，证明所有接线都正确后，才能保证有效、准确的选线。

对于新投变电站来说，往往是设计部门设计，开关柜厂配屏，设备投运时未校接线，找不到说明书，未验收不能投运，致使长期不运行，造成不能使用的坏影响。

§1.2 新装置做了哪些改进

从上面的分析我们可以看出，提高硬件电路的可靠性，改进选线方案，增加多重判据及提高售后服务档次是解决小电流系统接地选线装置存在问题的关键。

HD-MLA-9B 是在 BR-MLA-6B 及 MLA98 型基础上改进、完善而推出的新一代小电流系统接地微机选线装置，主要有以下新改进:

1、严格按照继电保护装置的要求来设计、制造、检测。产品按保护要求通过电科院检测中心检测。

2、硬件电路重新设计，采用 80C196KB 微处理器及 PSD311 外围控制电路，进一步提高了系统的集成度；PT，CT 采样回路分离，消除了调整放大倍数时相互之间的牵连；为提高采样的精度（特别是带消弧线圈系统）采用的工频同步电路能自动检测与切换，确保了同步电路故障后，仍能正确采样；选用了高性能多路开关，抗干扰能力大大增加，不会再出现多路开关关不断的情况；增加了自适应放大电路，有效跟踪现场信号变化；硬件电路对用户完全开放。

3、选线方案上综合了利用暂态过程的小波分析法（可消除消弧线圈及不平衡电流的影响），利用稳态过程的谐波分析法与能量法，进一步提高了选线的准确率。

4、操作面板设计大大简化，采用液晶汉显屏，信息量大，易于理解，操作简单。液晶为宽温型，适用于－40℃～＋75℃的运行环境。

5、调试，自检功能增强，为安装调试与设备定检提供了方便。

6、增加了消除铁磁谐振功能。

7、可在线编程，修改线路编号，CT 变比等参数。取消了配置参数采用拨码开关设置的方式，全部采用软编程。

8、给出选线结果的可信度。在中性点经消弧线圈接地系统中发生大电阻接地时，有可能可信度达不到 100%，此时还给出可能的故障线路，供运行人员参考。

9、打印故障信息汉字输出。

§2 装置特点与主要技术规范

§2.1 装置特点

1、适用范围广：适用于中性点不接地 / 经消弧线圈接地 / 经大电阻接地系统；适用于架空线 / 电缆线系统；长短线不限，并联运行的出线数不限。

2、无定值设定：由于采用了相对原理，无需设定值，从而使得该装置不受运行方式及接地过渡电阻的影响。

3、选线准确率高：直接接地、间隙性接地、弧光接地、铁磁谐振接地都能准确选线。

4、带方向：可区分线路和母线接地。

5、易于和综合自动化及远动装置接口。不仅提供了串口输出信号（RS232 或 RS485 接口），而且提供了继电器接点输出信号。

6、综合了暂态、稳态、谐波等多重分析方法，消除了消弧线圈或 CT 不平衡的影响，选线准确率进一步提高。

7、自适应跟踪现场信号变化，可在接入 0.5 ~ 1000mA 的大范围内选线。

8、能消除 1—4 段小电流系统母线上的铁磁谐振。

9、液晶屏汉显，信息量大，面板操作简单。

10. 安装、调试、维护工作量小。

11. 严格按照继电保护装置设计、生产、检测，可长期在线工作。

§2.2 主要技术指标

1、适用电压等级：1 ~ 2 个

2、母线段数： 1 ~ 4 段

3、出线数： HD—MLA—9B—I 2 段母线 16 路出线

HD—MLA—9B—II 4 段母线 32 路出线

4、接地方式：中性点不接地或经消弧线圈接地或经电阻接地系统。

5、出线形式：电缆线或架空线。

6、零序电流输入范围： 0 ~ 1000mA（大于时，订货时须声明）

零序电压输入范围： 0 ~ 120V

7、机内 PT、CT 隔离器功耗

PT < 0.2 VA 输入额定电压 100V

CT < 0.1 VA 输入额定电流 1A

8、工作电源： 交流 220V ± 10% 30 W

或 直流 220V ± 10% 30 W

9、环境温度： —20℃ ~ 50℃

10、启动方式：零序电压突变量与零序电压幅值越限。

11、响应时间：故障显示 < 500ms

消谐时间 ≤ 3 × 60 ms

瞬间接地捕捉时间 < 10ms

12、通信接口：RS—232C（三线）或 RS—485（二线）

13、信号继电器输出：

一对一指示方式：36 个接点

或 二进制编码方式： 6 个接点

或 BCD 编码方式： 16 个接点

接点容量： 30VDC 1A

14. 结构尺寸：178 × 440 × 290mm （高 × 宽 × 深），标准 4U 机箱

15. 重量：≤12Kg

§3 装置的基本工作原理

小电流发生单相接地时，接地电流是分布电容电流，数值很小，故障特征不明显，这是造成选线困难的原因所在。通过分析单相接地的故障特征，我们可以得出以下结论:

1）中性点对地电压升为相电压。出现零序电压（报警）。

2）非故障相对地电压升高为相电压的√3 倍（限制运行 2 小时）。

3）三相之间的线电压保持与正常相同（允许继续运行）。

4）故障线路零序电流是其它非故障线路的零序电流之和，方向由线路流向母线，非故障线路是本身的零序电流，方向由母线流向线路（特征小，与短路点无关）。

对于中性点经消弧线圈接地的系统，由于消弧线圈在单相接地时能提供对地感性电流，因此电流分布发生重大变化，但零序电流五次谐波分量的分布规律同无消弧线圈系统一样，这是因为当补偿基波时 $\omega L \approx 1/\omega C$（近似），在五次谐波时 $5\omega L >> 1/5\omega C$，因此可以认为消弧线圈对五次谐波没有影响。但是，由于 5 次谐波信号很小，采用基于五次谐波的算法对硬件的要求很高。再者，软件的算法上也须综合多种因素。特别是在经大电阻接地时信号降到接近于零，这方面我们这几年一直在深入研究，现在终于解决了。

谐波分析法正是利用上述故障特征，采用微机实现的智能选线方法，其工作原理如下:

当小电流系统发生单相接地时，故障线零序电流为其它非故障线零序电流之和，原则上它是这组采样值中最大的，但由于 CT 误差、信号干扰以及线路长短差别悬殊，有可能在排序时排到第二、第三，但不会超出前三，这一步为初选，所采用的方法是相对原理（在现行运行方式下，取前三个最大的）。第二步，在前三个信号里，采用相对相位概念即用电流之间的方向或电流与电压之间的超前与滞后关系，进一步确定是前三个中哪一个故障，还是母线故障。相对的相位关系允许角度误差在 ±85° 之间，而零序电流二次侧幅值可在 1 ~ 1000mA 之间变化。由于采用双重判据，而且使用的都是相对原理，克服了运行方式变化、接地电阻及线路长短的影响，并且不需整定。

新装置除了采用谐波分析法外，还采用了利用暂态过程的突变量分析法与利用稳态过程的零序能量法。

小波分析法利用接地初始时的一段波形。每条线路，由于长短不一，阻抗值不同导致暂态过程中零序电流所含的谐波分量不同，线路越短，高频分量越多。小波分析法提取某一频率段的谐波分量后，各支路的零序电流分布也满足上述结论。而且，突出的优点是，这种分析法能克服消弧线圈和 CT 不平衡的影响，这是因为，消弧线圈在暂态过程中还未起作用，而 CT 不平衡电流分量已被滤去（选择频段时去掉基波分量）。但小波分析法在稳态时没有明显的优点，因此要同谐波法和能量法相结合。

整个装置工作过程如下:

系统无单相接地及铁磁谐振故障时，装置处于监视状态，液晶屏显示当前日期与时间。当 PT 开口输出三角零序电压大于整定值（出厂设置为 32v）时，表示系统发生故障，启动 CPU 进行故障数据的收集、滤波、排序、判断，经过多次综合分析后，将接地或谐振故障信息（如接

地起始时刻、故障线路号、故障累计时间等），送液晶屏显示、打印，并将判断结果送继电器输出或串口输出。如果是铁磁谐振，则发脉冲驱动双向大功率可控硅瞬间短路吸收 PT 谐振能量。

§4 适用条件及订货须知

§4.1 适用条件

1) 适用于 66kV、35kV、10kV、6kV 中性点不接地或经消弧线圈接地或经电阻接地的电网（发电厂、变电站）。
2) 出线上必须装三相 CT（架空线）或套装零序 CT（电缆线）。
3) PT 有开口三角零序电压输出。

§4.2 订货须知

1) 安装现场应满足上述适用条件。
2) 应将母线段数、出线总数，每条线路的编号及 CT 变比告知厂家以便编程时考虑进去，如果是新建厂站，有些参数无法确定，则可在投产时现场编程。
3) 最好将系统大致总的零序电流（或线路总长及电压等级）告诉厂家，以便考虑隔离 CT 时以最优方式设计。
4) 如果是综合自动化站或无人值守站、应将串口通讯方式或继电器输出方式告诉生产厂家，以便与别的设备接口（也可现场修改）。

§5 现场安装与接线

§5.1 装置的外形尺寸及安装

机箱外形尺寸及屏上的开孔尺寸见§13.2

机箱前面板有四个安装孔，一般用四个φ8mm 的螺丝固定在盘上即可。如果安装横托，横托距盘面的深度应取 200mm。

§5.2 现场信号来源及输入接线

本装置需要引入各母线的零序电压信号（PT 开口三角电压）以及各条出线的零序电流信号（架空线采用三相 CT 接成滤过器形式，电缆线通常套装零序 CT）。

§5.2.1 零序电压信号

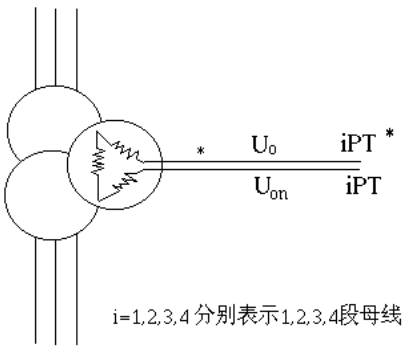


图 5.1 PT 信号源

§5.2.2　零序电流信号

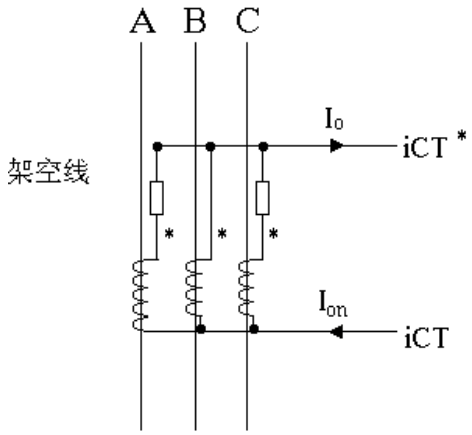
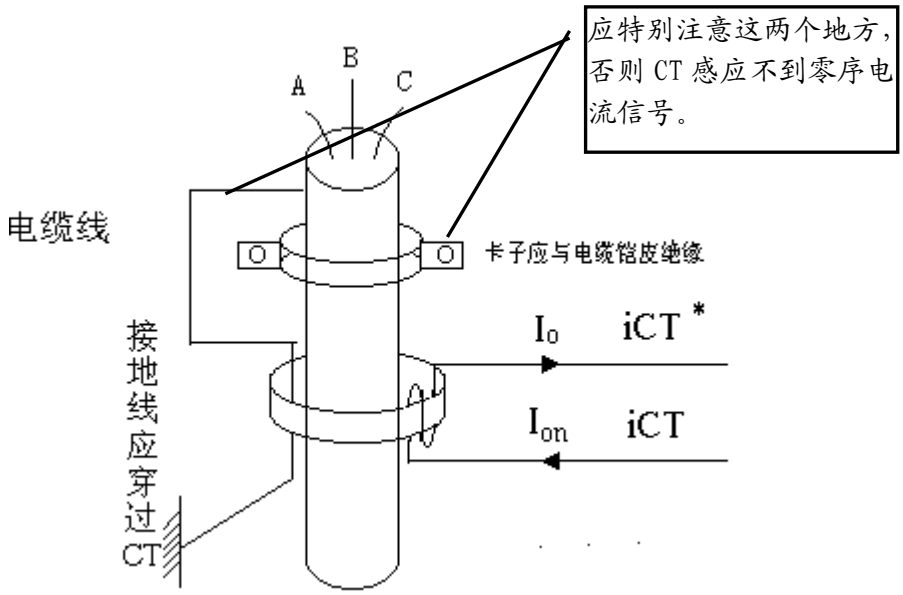


图 5.2　CT 信号源(架空线路)



i=1，2，3，……32 分别代表第 1 条，第 2 条…第 32 条出线

图 5.3　　CT 信号源（电缆线路）

§5.2.3　电源信号

本装置推荐使用交流 220V 电源（即所用变二次侧电源）。因为工频同步电路是从电源输入端取得交流电压信号的。如果现场取得交流电源确实有困难或者交流电源经过 UPS（输出虽是交流，但不代表系统频率），则应将装置内工频变压器输入端断开（即电源输入为直流电压或 ups 输出端电压时，必须将引入的电源信号不再接到工频变压器上）。

§5.2.4　注意事项

1、输入信号的正确引入是装置准确选线的前提，这一点应特别引起注意。因此在引现场的 PT、CT 信号时，一定要一一对应，并注意极性。第一段母线开口三角零序电压引入装置后面板

上 1PT* 及 1PT 端子上（双端引入，*端为同名端），第二段引入 2PT* 及 2PT 端子上，以此类推。CT 信号的引入先引入第一段母线上的出线，紧跟着引入第二、三、四段上的（第一条引到 1CT* 及 1CT 端子上）。

2、检查 CT 不平衡电流，正常情况下，零序回路电流应接近等于零。如果出现比较大的值，说明接线不正确或 CT 有问题，应即时处理。

3、对于并联接线的处理:

并联接线末端不相连时，应在各分支上装零序 CT 并分别引入，末端相连时，则各支路的零序 CT 并连后再接入，接入方法参见附录§13.4.3。

4、对于环网站，接入方法参见附录§13.4.2。

当其它站有接地时，本站也有故障显示，显示“母线接地”。

5、电源引入一定要注意，引入直流或 ups 输出电压时，断开工频同步输入。

§5.2.5 接线举例

设系统有两段母线，第一段母线上有四条出线（编号分别为 4621，4623，4625，4627）和一条旁路线（4610），第二段母线上有四条出线（编号分别为 4622，4624，4626，4628）和一条旁路线（4620）。

则第一段母线上的零序 PT 信号接入 1PT* 及 1PT

第二段母线上的零序 PT 信号接入 2PT* 及 2PT

4621 出线的零序 CT 信号接入 1CT* 及 1CT

4623 出线的零序 CT 信号接入 2CT* 及 2CT

4625 出线的零序 CT 信号接入 3CT* 及 3CT

4627 出线的零序 CT 信号接入 4CT* 及 4CT

4610 出线的零序 CT 信号接入 5CT* 及 5CT

4622 出线的零序 CT 信号接入 6CT* 及 6CT

4624 出线的零序 CT 信号接入 7CT* 及 7CT

4626 出线的零序 CT 信号接入 8CT* 及 8CT

4628 出线的零序 CT 信号接入 9CT* 及 9CT

4620 出线的零序 CT 信号接入 10CT* 及 10CT

§5.3 输出信号

本装置的输出信号主要是用于与其它设备的通讯及装置本身的状态指示。在串口和继电器接点输出二者之间可选一种方式和其它设备通信，如选串口方式，则继电器接点输出信号可不引到屏柜上。

§5.3.1 串口输出信号线

RS232 采用三线方式	RXD	接收数据端
	TXD	发送数据端
	GND	地信号
RS485 采用二线方式	RXD	数据回路+
	TXD	数据回路-

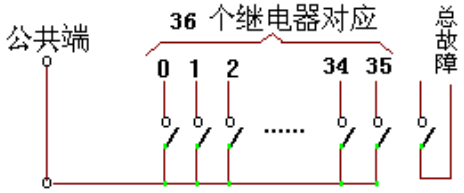
RS232 与 RS485 二者之间只能选择一种，更换方式时，硬件上须跳接线（从上往下数 SD1

的 1,3,5,7 组短接选择 RS232。2,4,6,8 组短接选择 RS485)。

串口的具体通讯规约请参见§11。输出信号可延时 0-99 秒（)。

§5.3.2 继电器接点输出信号

开关量输出为一组与线路编号对应的空接点。共有 37 个继电器常开接点输出，有一端接于公共端。



其中有一个接点用于指示总故障，其余 32 个接点用于指示线路或母线接地情况。该组信号可用于和远动装置接口。也可经外部中间继电器用于跳闸。

当装置检测到系统有接地故障时，“总故障”接点闭合，其余 36 个继电器用于确定是哪一条线路接地，有三种方式:

方式 1: 36 个空接点和 4 段母线及 32 路出线一一对应。

例如: 第二段母线故障，则标号为 1（第 2 个，标号从 0 开始）继电器闭合，其余断开。4610 出线故障，则标号为 8 的继电器闭合，其余断开（4610 接于 5CT，前四个对应母线，故为第 9 个继电器)。当“总故障”信号闭合并且 36 个继电器都断开时，表明有故障，但无法选线。

方式 2: 前 6 个空接点对应端子排上的编号 6 位二进制输出（这种方式下，远动信号开关量输入最少。）当“总故障”信号闭合后，应检查前 6 个继电器的闭合情况，如为 00H 表示第一条母线、04H 表示第一条出线、36H 则表示无法选线。

例如: 4625 出线故障，对应第 7 端子（前四个为电压)，则化成二进制为 000111B 即低三位继电器闭合。

方式 3: 前 16 个空接点对应出厂编号的四位 BCD 码输出。

例如: 4628 号出线故障，则 16 个空接点输出为

$$\underset{4}{\underline{0100}} \quad \underset{6}{\underline{0110}} \quad \underset{2}{\underline{0010}} \quad \underset{8}{\underline{1000}}\ \text{B}$$

最低位

由于 BCD 码＜10,故对应值≥10 时是一些特殊编码,参阅§11.1.5 BCD 码的特殊处理。

以上三种方式可由用户选择，订货时须说明。

由于各接点的闭合、断开时均有细微差别，建议先读取总故障信号，闭合后延时一下再读取各继电器的状态。

§5.3.3 装置失电

该接点为一对常闭接点，装置失电后，接点闭合。

§5.3.4 装置异常

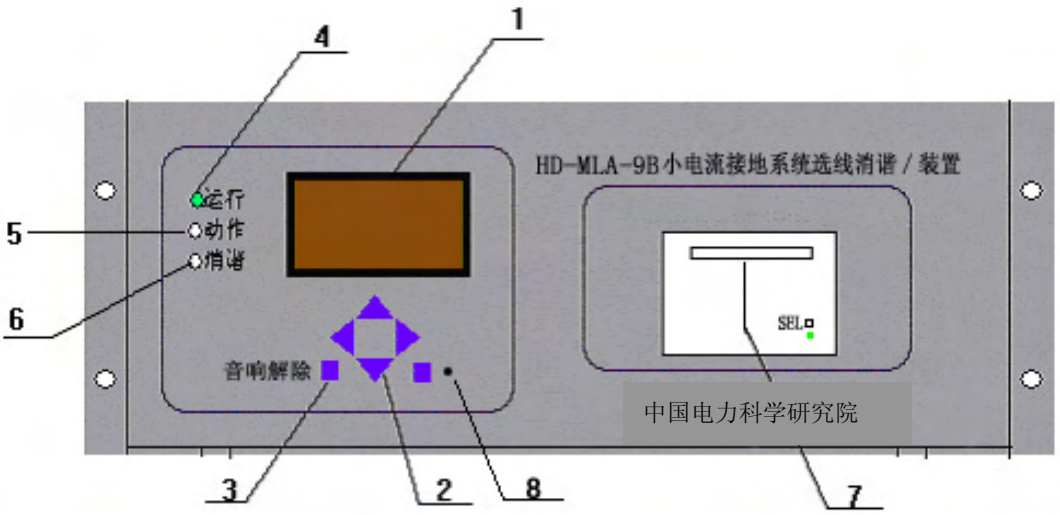
该接点闭合时，表明装置运行不正常，应即时去检修。

§5.3.5 总故障

该接点闭合表明装置检测到接地故障。

§6　面板说明

§6.1　前面板



日期	03-06-18
时间	10:32:15
中国电力科学研究院	

1—汉显液晶屏

正常情况下，显示时钟

故障情况下，显示:

接地故障	100%
故障线路	4222
接地时间	03-10-28 10:20:15
累计时间	01:10:05

调试时，显示调试菜单。

装置异常时，显示异常信息。

2—按键

按键在运行与调试状态下功能不同，详细请参阅§7和§8。

和 键用于选择子菜单或退出子菜单

SET 用于进入子菜单或退出子菜单

和 键用于子菜单中进一步功能的实现或加一/减一

按钮与显示菜单配合来选择某一功能。

3— 音响解除按钮

当检测到单相接地或铁磁谐振或装置本身异常时，装置内置的喇叭发出报警音响，此时按一下按钮，则可解除音响。

4— 运行指示灯

该灯亮，表明装置在运行状态，只有在运行状态下，装置才能检测到接地故障。

运行灯灭，则装置在调试状态，调试状态下不检测接地故障。

5— 动作指示灯

当有接地故障，该指示灯亮。

6— 消谐指示灯

当有谐振时，该指示灯亮。

7— 微型打印机，[SEL]键控制打印机在线/离线，灯亮为在线状态，按一下状态改变，在离线状态下，按一下，开始空走纸，再按一下停止走纸。

打印的接地信息见下表:

如配置英文打印

03-08-18 09:10 ——接地日期与时间

Fnum=4622 100% ——（故障线路编号及判断的可信度）

Freq=1 ——（1 为基波，5 为 5 次谐波）

Plan= 1V1I ——（选线方案）

4622 ——（可能的故障线路）

1- - ——Ⅰ段母线电压

Vr= +16.761 (实部)

Vx= -115.84 (虚部)

Vm= +117.05 (幅值)

4622 + (表示无功方向+为感性,-为容性)

Ir= -396.40 (4622 电流的实部)

Ix= -64.666 (4622 电流的虚部)

Im= +401.64 (4622 电流的幅值)

4628 –

Ir= -0.6234

Ix= +0.9456

Im= +1.1326

4624 –

Ir= -0.3865

Ix= +1.0305

Im= +1.1006

如配置中文打印

03-08-18 09:10 ——接地日期与时间

接地线路:　4622
可信度:　100%
倍数:　+8.2672
用 1 次谐波判断
选线方案: 1V2I
可能的故障线路:
4622
1 母电压
实部 = + 114.66
虚部 = − 26.079
幅值 = + 117.59
4622 电流　+
实部 = − 6.1674
虚部 = − 10.981
幅值 = + 12.594
4628 电流　−
实部 = + 0.4775
虚部 = + 1.8068
幅值 = + 1.9657
4624 电流　−
实部 = + 0.3397
虚部 = + 1.6812
幅值 = + 1.7152
打印的结果主要看起始时间和故障线路号，其余量对于分析故障有帮助。
8-复位钮: 用于复位装置，重新启动运行。

§6.2 后面板

后面板端子图见§13. 2. 附图

§7 正常操作说明

§7.1 开机上电与复位

接上电源，装置自动复位。此时，如果面板上的 SET 按键被按下，则进入自检状态。自检通不过，则显示相应错误信息(详细内容请看§7. 3. 5).自检通过则进入调试状态(运行灯灭，液晶屏显示调试菜单)。如果没有键按下,则进入运行状态(运行灯亮，液晶屏显示日期与时间).

装置设有看门狗电路,遇干扰、电源下降，装置会自动复归。但强干扰有可能造成装置死机。此时，须断电或按复位按钮来复位装置。复位按钮装在前面板上，但未露出，需用尖的物体按一下。

§7.2 运行状态

装置进入运行状态（运行灯亮）后，处于监视 PT 状态。如果没有接地故障，则液晶显示屏显示时钟(参见§6.1),当检测到 PT 电压>整定值时,显示故障信息 (参见§6.1),并且动作灯亮，打印机打印故障信息（打印信息说明参阅§6.1）。如果故障消失，则回到显示时钟状态，故障信息进入追忆表。

故障编号的显示:

如果是线路接地，则显示线路编号:

接地故障	100%
故障线路	4222
接地时间	03-10-28 10:20:15
累计时间	01:10:05

如果是母线接地，则显示“i- -”
(i 表示 1,2,3,4 分别表示 1,2,3,4 段母线)。

接地故障	100%
故障线路	1- -
接地时间	03-10-28 10:20:15
累计时间	01:10:05

如果出厂时未将线路编号输入，则显示“i”（i 为 CT 出线序号，即第几路出线）。

如果显示“LLLL”则表示无法正确选线。

应检查输入信号是否接对，放大倍数是否正确，再按“重判”来重新判断。

§7.3 运行状态下如何进入菜单

运行状态则按 SET 键，则进入“运行菜单”显示:

重判	追忆	清除	调试	自检	返回

⇔

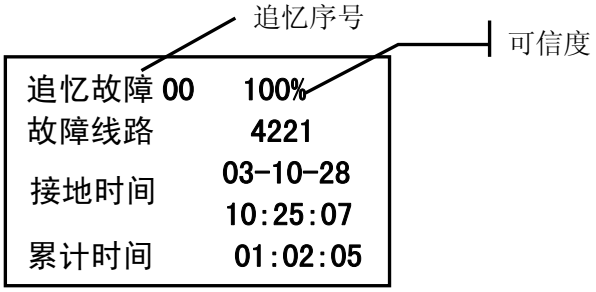
中国电力科学研究院

按◁和▷键可选择子菜单（对应的汉字下有箭头指示），再按 SET 键可进入子菜单。

§7.3.1 重判

有单相接地故障的情况下，如果对显示的结果有点怀疑，则可选择『重判』。让装置重新判一次，如果两次判的结果一致，则可确定为故障线。

§7.3.2 追忆



如果追忆表中无故障则显示

```
追忆故障 00
    无接地故障
```

接地故障消失后或发生瞬间接地，装置将判断的故障信息放到追忆表，按“追忆键”即可知道哪条线路发生了故障，追忆时液晶屏显示内容如下:

追忆序号 0,1,2,…….8 分别表示最近一次故障号，上一次故障号，再上一次，一共可以追忆九重故障。计满九次后，如再来一次新故障时，最早的一次故障就从追忆中挤出去。

在追忆菜单下，按◁键则追忆序号减一，按▷键，则追忆序号加一。

§7.3.3 清除

如果追忆表中的内容查看后想清除掉，则可进入“清除”菜单。清除菜单不改变液晶屏的显示内容。下次再追忆时，追忆表中无故障信息。

§7.3.4 调试

进入调试菜单后，运行灯灭，液晶屏显示内容如下:

```
校 同 通 倍 编 返
时 步 道 数 程 回
⇔
    中国电力科学研究院
```

在这种状态下，可进行校时及装置的调试及在线编程。详细内容参见§8。

§7.3.5 自检

上电复位时有 SET 键按下或选择『自检』菜单，则装置进入自检程序：首先点亮运行灯、动作灯、消谐灯、液晶显示器背光，鸣音响。打印机上打印一行

“PRINT OK!”或“打印机好!”屏幕上显示

```
版本号  040608-2
请按任一键
中国电力科学研究院
```

所有这些工作都是让用户检查相应部件是否完好（须通过人机交互才能检查的部件）。如果用户认可，则按任一键，则检查 RAM，ROM 及 ADC。如果相应部分出错，则显示对应错误信息。程序停止执行，等待用户处理（按任一键，装置重新复位）。如果没有错误则关闭背光，显示调试菜单。

当 RAM 出错时，显示“RAM 出错”。

当 ROM 出错时，显示“ROM 出错”。

当模/数转化出错时，显示“零点偏移 I”（CT 回路 ADC 出错）或“零点偏移 V”（PT 回路 ADC 出错）。

§7.3.6 返回

退出菜单，返回到显示时钟状态。

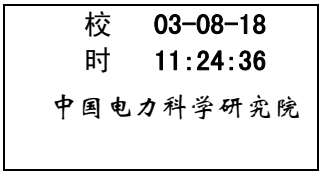
§8 装置调试

调试功能是为设备安装及装置有问题时方便调试而设置的，正常运行时，可不用它。

§8.1 校时

本装置内部装有时钟片，装置掉电后，时钟仍在走，再次上电后，时钟值显示正确。因此通常情况下，没有必要校时。

状态在调试状态下（运行灯灭），「校时」菜单项闪动时，按SET 键进入校时状态，此时液晶屏显示如下，并且代表年份的两位数字在闪动，表示目前可修改该项数据。



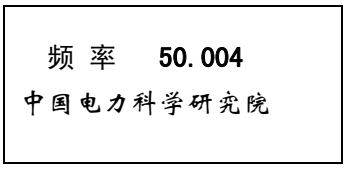
或 键用于选择待修改的项（年、月、日、时、分、秒），键用于“加一”，键用于“减一”。按SET 键则退出校时状态。

§8.2 同步

在调试状态下（运行灯灭），「同步」菜单项闪动时，按SET 键进入同步功能显示。

同步功能用于检验工频锁相电路是否正常工作（只有在电源输入为交流输入的情况下有效）。

同步功能显示。



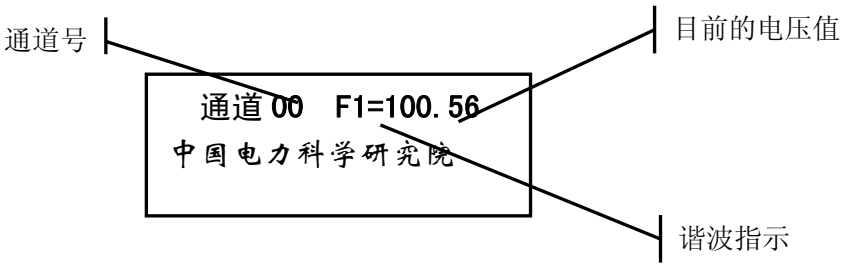
按SET 键则退出同步显示。

显示值 50.004 系指系统频率，为变值，一般情况下在 50Hz 附近变动。如果显示值偏离 50Hz 较大,则表明工频同步电路出了问题，此时采样电路自动切换到定时采样。

§8.3 通道

通道功能用于检查各通道的电压值是否在正常范围内。

当「通道」菜单项闪动时，按SET 键进入通道功能显示。



通道序号和后面端子有一定的对应关系。按键，通道序号“减一”，按键通道序号“加一”。依次可以检查各个通道的电压值。

通道号和后面端子的对应关系为：第一对 PT 端子通道号为 00，第二对 PT 端子为 01，第一对 CT 端子对应 04，第二对 CT 端子对应 05，以此类推。

通道电压显示值在发生单相接地时，PT 对应的通道应在 30～100(基波值)范围内较合适，CT 对应的通道应在 30～700(基波值)范围内较合适,并且故障线路的 CT 通道电压原则上最大。

如果系统无消弧线圈，则为基波值（F1）。(按 显示)

如果系统有消弧线圈，则为五次基波值（F5）。（按 显示）

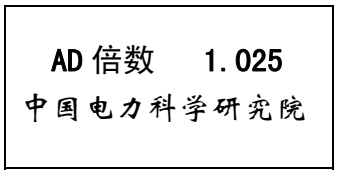
§8.4 AD 倍数

在“倍数”子菜单下，按 或 键可选择显示 AD 倍数、零点 I、零点 V 的值。AD 放大倍数功能用于显示 CT 回路（多路开关后到 A/D 前）的放大倍数，范围在 0.00～20.833 之间。AD 放大倍数的确定原则上考虑不使 AD 前信号越限（交流信号峰值 5V,有效值 5V/✓2=3.5V），即通道显示值不应超过 700ma,现在，CT 隔离器输入 300mA 时,输出有效值 1.5V,则假设单相接地故障情况下，系统总的零序电流折算到 CT 二次侧为 i_0 安,AD 放大倍数为 K_{AMP} 则

$$i_0 \cdot \frac{1.5}{300} \quad K_{AMP} < 3.5 \qquad \text{所以 } K_{AMP} < \frac{700}{i_0}$$

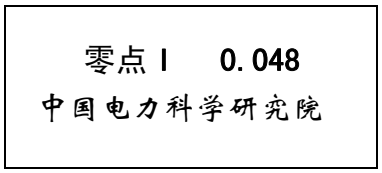
即当折算到二次侧的零序电流>700mA 时,放大倍数取值应<1,在 700mA 左右

时,取 K_{AMP}=1,在 70mA 左右时，取 K_{AMP}=10.

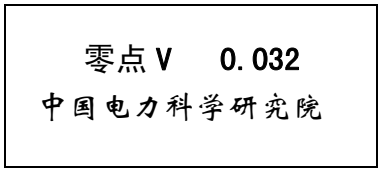


由于自放倍数是自适应的，一般情况下不须调整，如果不希望倍数自适应，则在编程菜单的参数设置中，将倍数浮动设为“无”，此后倍数将固定。在显示倍数时用 键可增大倍数用 键可减小倍数。

CT 采集回路的零点显示



PT 采集回路的零点显示

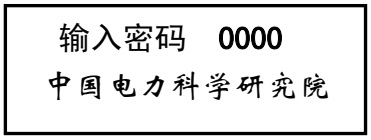


正常情况下零点 I 及零点 V 的显示值都应在 0.000V 左右，测零点时，1PT,1CT 输入回路应短接。

§9 在线编程

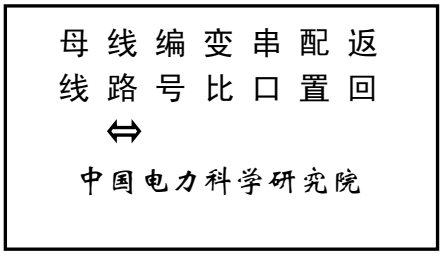
“在线编程”功能用于调试人员或用户在设备投运初期，按现场的实际情况修改配置参数。如果订货时已确定参数，则出厂不必编程。一般情况下，不要随便使用该功能。

在调试状态下，当编程菜单闪动时，按 SET 键，显示



对应的密码某一位闪烁时，可用 △（加一键）或 ▽（减一键）改变数值，而 ▷（右键）或 ◁（左键）选择待修改位（闪烁位）。输入够四位数据后按 SET 键或 ▷ 键对密码进行验证，正确则进入编程菜单，不正确重新输入密码。出厂时的缺省密码为“6666”，用户可通过编程修改密码。

进入编程菜单时显示的内容如下:



按 ▷ 或 ◁ 键移动光标到相应的子菜单上，按 SET 键进入子菜单功能显示。

§9.1 母线参数及启动电压的修改

本装置最多可接入 4 段母线，出厂时母线数一般配置为 4，如果实际系统没有这么多母线，最好修改为实际数。

在母线闪动时，按 SET 键显示如下:

母线数　4
中国电力科学研究院

此时,按 键，段数加一，按 键段数减一，按 键进入电压定值设定，可以修改母线零序电压启动定值，显示:

电压定值　15V
中国电力科学研究院

此时，按 键，电压定值加一，按 键，电压定值减一，电压定值可在 6～50V 之内）设定，按 SET 键退出该子菜单功能。

§9.2 线路数的修改

线路数是指每段母线上各带多少条出线（即接入装置的实际数）。出厂时一 般配置为每段母线上各带 8 条出线。

在“线路”闪动时，按 SET 键显示如下:

1 段线路数	8
2 段线路数	8
3 段线路数	8
4 段线路数	8

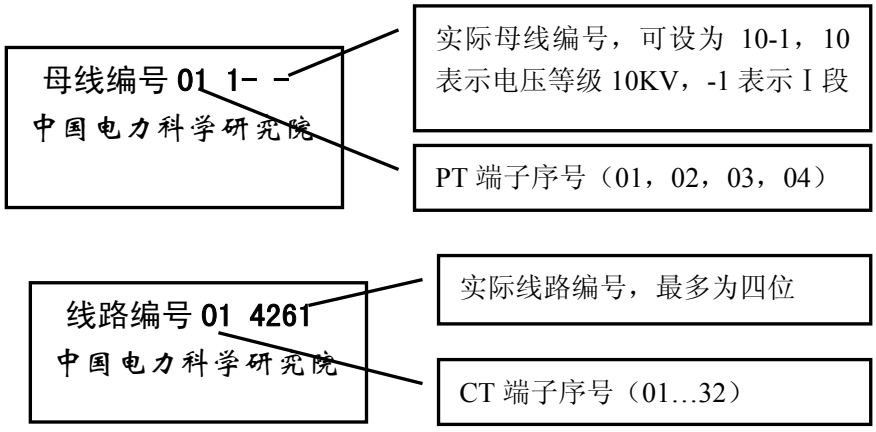
按 或 移动光标到母线段对应的出线数上（闪动），此后按 键，出线数加一，按 键出线数减一，按 SET 键时，退出该子菜单。出线数之和不能大于 32，大于时清零。如果母线数小于 4 段，超出段数母线上的出线数不能修改，且恒为零。

§9.3 母线及线路编号的修改

本装置最多可接入 4 段母线的零序电压，32 条出线的零序电流，出厂时母线编号为 i--(i=1,2,3,4),线路编号为 1（对应 1CT 端子所接的线路），2（对应 2CT 端子所接的线路）……32（对应 32CT 端子所接的线路）。这样，如果故障情况下，显示故障线路号为 i（i = 1,2,….32），则故障线路为引入的第 iCT 端子上的线路，与实际线路编号应有一张转换表。

可通过本功能修改母线及线路编号以使故障情况下直接显示线路实际编号。

在“编号”闪动时，按 SET 键显示如下:



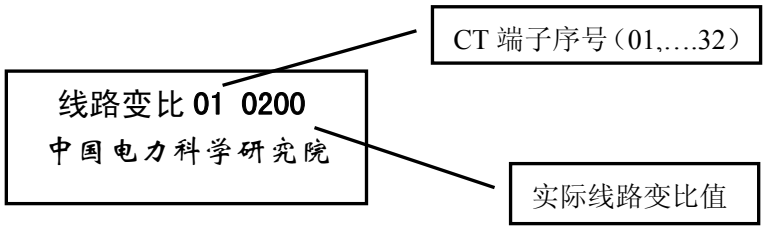
按 或 键移动光标到序号或编号各位上(对应位闪动),此后按 键该位数据加一，按 键该位数据减一。当用 键移到四位编号最后一位，再按 键一次时，则移到序号位(并且序号自动加一，显示下一路编号)。同时，该路编号修改生效，否则，光标移不够四位，修改无效。在序号闪动时，按 或 可查看各条出线的编号。按 SET 键退出该子菜单功能。

§9.4 线路 CT 变比的修改

本装置中每条线路的零序电流是通过一次侧 CT 变换引入的，CT 变比的不同，引入电流的大小就不同。因此,如果所有出线的 CT 变比都一样(在电缆线采用相同型号的套装零序 CT 时),则可以不考虑修改线路变比。一般情况下架空线各条出线的 CT 变比往往不一致，因此要修改得和实际情况相符，这样才能正确选线。

出厂时，每条线路的变比设为 200/5。由于变比参数在内存中占两个字节的 BCD 码，因此，只存 0200，也就是说将二次折算到 5A 时，一次侧的电流存入装置变比值。

在“变比”闪动时，按 SET 键，显示如下:



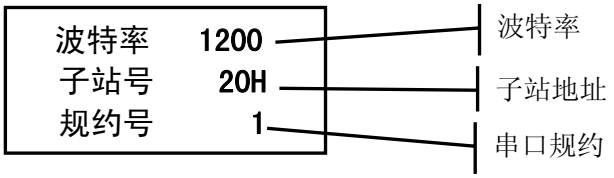
按 或 键，移动光标到序号或变比各位上（对应位闪动）此后，按 键，该位数据加一，按 键，该位数据减一，当用 键移到四位变比的最后一位，再按一次 键时，则移到序号位（并且序号自动加一，显示下一路变比）。同时，该路变比修改生效，否则，光标移不够四位，修改无效。

SET 键，退出该子菜单。

§9.5 串口参数设定

本装置设置的串口可用于和综合自动化或远动装置进行通讯，以便把接地选线的信息实时传到调度端。为方便和众多厂家的产品进行通讯，本装置提供了四种串口通讯规约，并可通过编程修改波特率及本装置的站地址:

在“串口”闪动时，按 SET 键，显示如下:



按 键或 键，移动光标到波特率、子站号、规约号上，可修改对应值，此后按 键，对应值增加，按 键，对应值减小。波特率可在 600,1200,2400,4800,9600 之中选择，串口规约可在 0,1,2,3，4,5 中选择，1,2,3,4,5 的具体规约参见§11. 1, 如为 0 则表明无串口通讯规约。

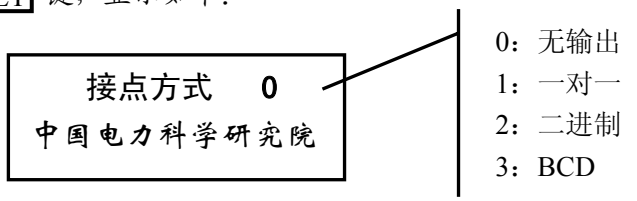
§9.6 配置参数

早期的装置通过拨码开关来设置一些参数，现全部改为通过软件编程设置。在配置参数的子菜单下，通过按 键或 键可选择修改“接点方式”、“极性保证”、“消弧线圈 12”、“消弧线圈 34”、“消谐功能”、“母联开关”、 “倍数浮动”、“打印方式”、“参数设置”、“密码修改”等功能。

1、接点方式

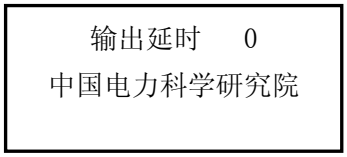
与远动（或综自）接口还可以采用开关量输出形式，共有三种输出方式，(参见§5.3.2)。

在“配置”闪动时，按 SET 键，显示如下:



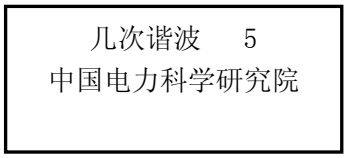
显示数字表示目前的方式（0，1，2，3），按 键，方式数字增一，按 键，方式数字减一。

2、输出延时



继电器和串口输出信号在接地故障发生后延时输出的时间，可在 0-99 秒内配置，按 键，时间加一，按 键，时间减一，不延时时设为零。

3、几次谐波



在中性点有消弧线圈的系统中，谐波法判断所采用的频率。可在 3、5、7、9 之间选择，方法是按 、 键。

4、暂态判据

暂态判据是利用故障起始时刻的暂态信号进行故障判断，在无消弧线圈系统中投不投暂态

判据关系不大，在有消弧线圈系统中最好投入暂态判据

暂态判据　无
中国电力科学研究院

5、消弧线圈 12

如果系统 1,2 段有消弧线圈，则应设“有”（按 △ 键），否则设为“无”(按 ▽ 键)。在中性点无消弧线圈系统中应将其设为“无”，这样选线可信度要高一些，因为一旦设置为有消弧线圈系统，装置就按几次谐波判。

消弧线圈 12　无
中国电力科学研究院

6、消弧线圈 34

如果系统 3,4 段有消弧线圈，则应设“有”（按 △ 键），否则设为“无”(按 ▽ 键)。

消弧线圈 34　无
中国电力科学研究院

7、母联开关

通常情况下本装置可接 2 个电压等级 ，4 段母线。1、2 段为一个电压等级， 3、4 段可与 1、2 段同电压等级，也可以不同。 当相同电压等级时，如果 2、3 段母线之间有母联开关，则应选“有”（按 △ 键）， 否则选“无”（按 ▽ 键）。

母联开关　有
中国电力科学研究院

8、消谐功能

用户购买装置时要求配备消谐功能，则硬件电路须加装一些器件。一般情况下，出厂时未配消谐功能

消谐功能　有
中国电力科学研究院

9、倍数浮动

CT 采集回路的放大倍数可以随现场信号的变化而变化以最大限度的提高采样的精度，如设置倍数浮动为“有”（按 △ 键），则倍数自动适应现场条件。否则倍数不变

倍数浮动　有
中国电力科学研究院

10、打印方式

出厂配置的是英文微打时，只能打印英文，配置为汉打时，可打英文或中文。按 △ 键选英文，按 ▽ 键选中文，如果配的是英文打印机，设置为中文方式时，打印出的数据为乱码。

打印方式　英文
中国电力科学研究院

11、参数设定

由于 CT 变比，线路编号等都可在线编程修改，因此有时修改出错须恢复到出厂配置时，该功能起作用。

参数设定　当前
中国电力科学研究院

缺省的出厂配置为：4 段母线；32 条出线；

零序电压启动值：32V；出线编号：1、2、3、…、32；出线 CT 变比：200/5；无串口规约；接点方式：二进制编码；输出延时：0 秒；几次谐波：5；暂态判据：无；消弧线圈 12：无；消弧线圈 34：无；消谐功能：无；母联开关：无；倍数浮动：有；打印方式：中文；参数设定：当前；密码修改：6666。如果设定为当前（按 △ 键）则不改变当前设定的上述参数值。

密码修改　6666
中国电力科学研究院

12、密码修改

通过该菜单，可修改编程密码。按 ◁ 或 ▷ 键用于选择对应位数字，按 △ 或 ▽ 键可以

改变该位数字值，修改够四位时才生效。

§10 现场试验及模拟试验方法

§10.1 现场试验的目的

由于本装置须将变电站内小电流接地系统各段母线的零序电压及各条出线的零序电流信号都引入装置。因此，接线较一般保护装置来说要复杂一些，接线出错的可能性比较大，往往会出现:

1) 零序回路不对应，张冠李戴;
2) 回路未引入，虚接或中转时出错;
3) 零序不平衡电流过大，CT 有问题或接法错误;
4) 极性不对;

如果输入的信号不对，则装置无法保证正确选线。因此，装置安装到现场时，通常要进行人为接地试验。一方面可以验证接线的正确与否，另一方面可验证装置的有效性。所以，我们建议用户如果有条件的话，尽量做一下现场人为接地试验。做了人为接地试验的装置，我们可以保证 100%的动作准确率。

§10.2 现场试验的方法

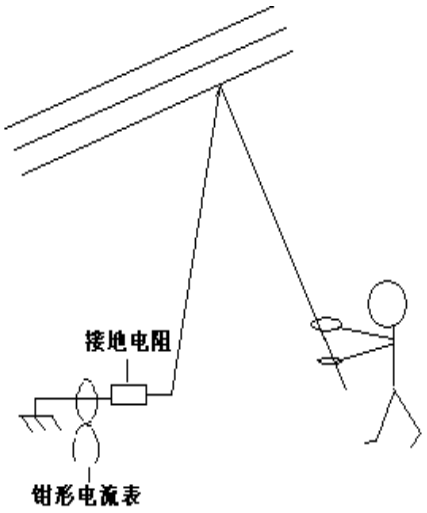
现场人为接地试验一般选在晴天、无风的时候，选取绝缘比较弱的一相做单相接地试验。做试验前检查各路开关及保护装置的运行状态，作好相应的安全措施和上级调度打好招呼，并办好相应的工作票和操作票。

有两种人为接地方法:

方法一: 操作人员穿好绝缘鞋，戴上绝缘手套，手持绝缘杆（接地线一端挂在绝缘杆顶端，另一端接到接地柱上或通过电阻接地），用绝缘杆去碰某一相来接地，观察装置动作正确与否。如不正确，检查接线是否同提供给厂家的编号一致、极性对否、输入信号是否合适，从我们去现场试验的经验看，只要接线正确、输入信号合适，投运不必调试都能达到 100%的选线正确率。

原则上应该对接入装置的每条线路都做一遍人为接地试验。如果条件不允许，可选择最长、最短、中等长度的线路做人为接地试验。

对于 10kV 架空线大约 30Km 产生 1A 的零序电流，电缆出线为架空线的 25～50 倍。系统为架空线时，接地电流比较小（大约为 5～10A）。另外接地时间不超过一分钟，对系统不会有不良影响，不会产生太大的电弧，实验方案是可行的。如果接地零序电流大于 10A,则移开接地线前先断开开关（会造成用户的短时停电）更可靠些。



试验步骤:

1) 选择接地线路及接地点。
2) 将接地线一端接到接地柱上，接地线中串入一接地电阻（=<2kΩ），在接地柱附近将钳型电流表接入，接地线另一端挂在绝缘杆顶部。
3) 操作人员做好安全措施，准备就绪，监护人进入监护状态。
4) 操作人员通知总指挥可以接地。
5) 等待命令，拿绝缘杆去碰边相实施接地并读取接地电流表指示。
6) 听口令，移开接地线（零序电流比较大时，先断开开关，移开接地线，再合开关）。
7) 根据需要听口令，重复实验。
8) 拆除地线。
9) 根据需要，移动到其它线路上重复以上步骤做试验。

试验过程中，如果装置指示不正确，可能是下列原因:

1、装置指示母线接地，可能是:

1) 如果打印出来的前三个电流大的线路中没有试验线路的编号，则有可能是故障线路的信号未引入，在故障线路 CT 零序回路中串入电流表检查一下，并查线。
2) 如果试验线路的编号在前三个电流大的线路中，并且无功功率为负，则可能是极性接反，有可能是 PT 极性反或 CT 极性反，进一步判断需根据打印结果分析。

2、装置指示其它线路接地，可能是:

1) 信号引错端子。
2) CT 不平衡电流太大。

3、装置不能正确判断（显示“LLLL”）。可能是:

1) 信号未引入。
2) 装置放大倍数不合适。

方法二：为安全起见，有的地方不同意人拿绝缘杆做人为接地试验。此时，先断开开关，挂好地线，再合开关来试验。试验完后，切记拆除地线。

试验步骤：

1）选择接地线路。

2）断开线路开关。

3）在线路开关与线路侧刀闸之间验测无电压后挂地线。

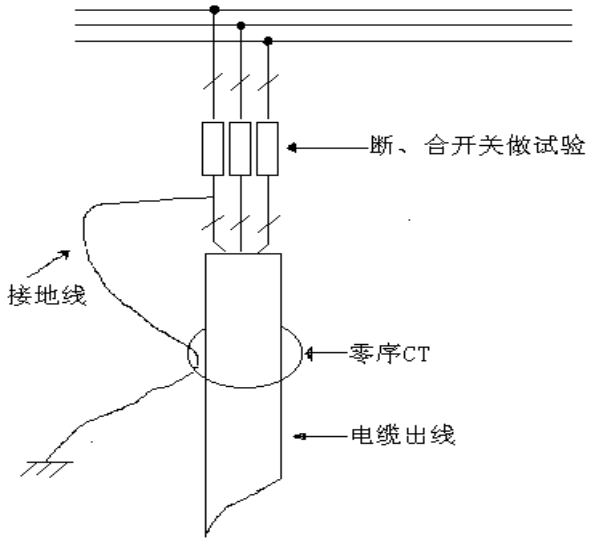
4）听令，合上开关。

5）听令，断开开关。

6）拆除地线。

7）恢复线路运行状态。

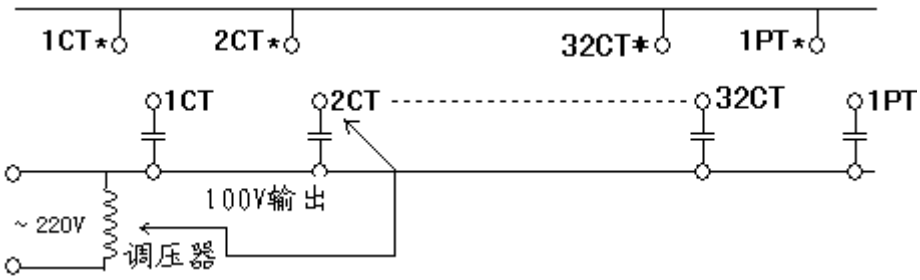
对于电缆出线，套装零序 CT 的回路，一般如图做试验。



§10.3 模拟试验方法

如果系统不允许做人为短路试验，可用模拟试验的方法仿真实际现场。有三种方法：

方法一：试验线路如图



图中 C_1、C_2、…C_{28} 为模拟线路长度的电容，假设第 i 条线路的零序电流为 I_{Oi} 安，CT 变比 K_i，则 $C_i = I_{Oi} / K_i \cdot \omega \cdot V = 31.83 \cdot I_{Oi} / K_i$ (μ f)（取 V = 100V）。

调压器输入 220V，输出 100V，输出端一端接电容公共端，另一端碰接各出线电容的另一端，则模拟该出线发生单相接地短路，此时指示应该正常。

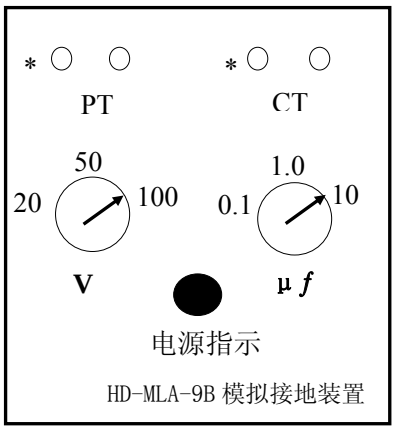
方法二：我们制做了一个 HD-MLA-9B 专用模拟接地装置。

将试验装置的 PT 输出接选线装置的 PT 输入端，用 CT 输出端去碰装置的 CT 输入端，则应能指示故障。

实验装置的 PT 输出电压及模拟电容量是可选择的。

方法三：用保护班的保护测试仪。

保护测试仪输出 100V 以内的 PT 信号一对，输出 0～700mA（切记不要超过 1A，因为实际系统不可能二次侧大于 1A）CT 信号，且 CT 信号应滞后 PT 信号 5°～175°（一般情况下滞后 90°）。另外，保护测试仪测试时由于信号源基本上不含五次谐波分量，因此模拟带消弧线圈接地系统时有可能出现误判，建议不采用这种方法模拟。如模拟带消弧线圈接地系统，则应在输出的 PT，CT 信号中加上 5 次谐波分量。



§11 与变电站综合自动化系统及 RTU 的接口方法

考虑到无人值守及综合自动化站的需要，本装置的动作信号可通过串口方式或继电器接点方式上传。

§11.1 通过串口方式接口

技术约定：

- 采用问答式主从通信方式（小电流接地装置为从机），装置地址可编程，缺省为 20H。
- 异步半双工，一个起始位（0），8 位数据（先 LSB），一个停止位（1），无奇偶校验位。
- 通讯速度：600bps，1200bps，2400bps，4800bps，9600bps 可编程。
- 硬件接口：232 采用三线方式　RXD(接收数据端)
  TXD(发送数据端)
  GND（地信号）
  482 采用二线方式　RXD(数据回路＋)
  TXD(数据回路－)

选择 232 或 485 接口时可在主板上跳接短接块 SD1（从上往下数 1，3，5，7 组短接选 232，2，4，6，8 组短接选 485）。

- 通讯规约可采用五种方案

§11.1.1 规约一：

一、报文格式

装置地址（A）	——— 从机地址，建议使用 20H
字节计数（BC）	———从地址至校验和全部信息的字节数
字节计数（BC*）	———BC 的反码即 BC+BC*=0FFH
功能码(FC)	———见二
信息	———见四
校验和(CS)	———除校验和字节外，全部通信字节的以 256 为模的和

二、请求信息（主→从）

由功能码（FC）来规定子系统所执行的功能，功能的定义如下:

功能类别	FC（16 进制）	请求功能
扫描	61H	扫描状态字，接地故障信息
数据接收正确	62H	通知子系统接收正确，如故障继续，只送状态字即可
对时	44H	系统对装置设置时钟

三、回答信息（子→主）

子系统回答信息格式如下

A	BC	BC*	FC	DATA	CS

回答信息中的 DATA 的格式见四。

四、请求回答功能说明

1、扫描系统状态（FC=61H）

A	BC	BC*	FC	CS

主 ⟶ 从

A	BC	BC*	FC	状态字	DATA	CS

子⟶主

说明:

（1）状态字

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

D7: =1 通讯错误；=0 通讯正常

D6: =1 有谐振；=0 无谐振

D5: 四段故障情况

D4: 1 该段上有故障；0 该段上无故障

D3: 1 有新接地故出现，后跟 DATA.

D2: 0 无接地故障或无新故障出现，BC=6 后不跟 DATA.

（2）回答数据（DATA）说明（共 12 个字节）

依次为:

BYTE1	TIME-MIN	接地时间（分）	BCD 码
BYTE2	TIME-H	接地时间（时）	BCD 码
BYTE3	FNUM-L	故障线路号（低）	BCD 码
BYTE4	FNUM-H	故障线路号（高）	BCD 码
BYTE5	FAULT	故障线路序号	二进制码

说明：考虑到与远动接口时，故障线路号用 BCD 码上传不方便，增加一故障线路序号（1 字节二进制码）: 0-3 时分别表示 1，2，3，4 段母线故障；4--35 时分别表示第 1 条……第 32 条线故障；36 时表示无法正确选线。

BYTE6　　RELIABILITY　判断结果的可信度或谐振的频率指示　　二进制码

说明：如为接地故障则为判断结果的可信度（100 以内的百分数，当为 255（0FFH）表示不确定可信度）。如为谐振故障则为谐振频率指示值（0 为 1/3 分频谐振，1 为 1/2 分频谐振，2 为基波谐振，3 为 3 倍频谐振）。

BYTE7	FNUM1-L	可能的故障线路之一（低）	BCD 码
BYTE8	FNUM1-H	可能的故障线路之一（高）	BCD 码
BYTE9	FNUM2-L	可能的故障线路之二（低）	BCD 码
BYTE10	FNUM2-H	可能的故障线路之二（高）	BCD 码
BYTE11	FNUM3-L	可能的故障线路之三（低）	BCD 码
BYTE12	FNUM3-H	可能的故障线路之三（高）	BCD 码

说明：如可能的故障线路 BCD 码为 0FFFFH 则表示编号为空，在 100%时，第二、第三条的编号为空，可信度不足 100%时，第三条的编号可能为空。

BYTE7-BYTE10 在为谐振时为四段母线的电压值，二进制码。

注意：有关 BCD 码的特殊处理请参阅 § 11.1.5

（3）如子站无故障，则

A	BC	BC*	FC	0	CS

子→ 主

（4）如子站有新故障出现

A	BC	BC*	FC	状态字	DATA	CS

主→ 子

（5）如子站有故障存在，并已收到了主站的 62H 报之，

A	BC	BC*	FC	状态字	CS

子 → 主

则其状态字为

0	0	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	0

根据故障状态置位（四段故障情况）

2、数据接收正确（FC=62H）

A	BC	BC*	FC	CS

主 → 子
子 → 主

当子站收到 62H 后，如故障存在，以后再收到 61H 报之后，不再发送 DATA 数据。

3、设置时钟（FC=44H）

A	BC	BC*	FC	秒	分	时	日	月	年	CS

主→子
子→主

说明：时间值采用 BCD 码，日、月、年若不需要，可不计（此时日、月、年置 00　00　00）

§11.1.2　规约 2

通讯采用一种比较简单的协议，报文格式为：

启始码	功能码	数据区	结束码

1、 主机询问装置信号

XW

AAH	91H	EBH

装置应答:

（1）有接地信号时

AAH	81H	b1	b2	b3	b4	EBH

（2）无接地信号时 YD:

AAH	88H	EBH

2、 主机发送校时信号

JS:

AAH	98H	Y	Y	M	M	D	D	h	h	m	m	s	s	EBH

装置收到校时信号 JS 后，用接收到的时间代替现行的时间。

说明：启始码 “AAH”，结束码 “EBH” 及功能码为 16 进制数。b1 ，b2， b3，b4 为 4 位 ASCII 编码表示的线路编号，如为 i--(i=1,2,3,4)则表示第 i 段母线接地。为 LLLL 时表示无法正确选线。YY（年），MM（月），DD（日），hh（时），mm（分），　ss（秒）均为 ASCII 编码的年、月、日、时、分、秒信号。

§11.1.3　规约 3

一、 报文格式

主机→装置

字节 1	装置地址（A）
2	报文类型（F）
3	数据长度（N）
N 个字节	数据 DATA
	检验码（CRC 低）
	检验码（CRC 高）

装置→主机

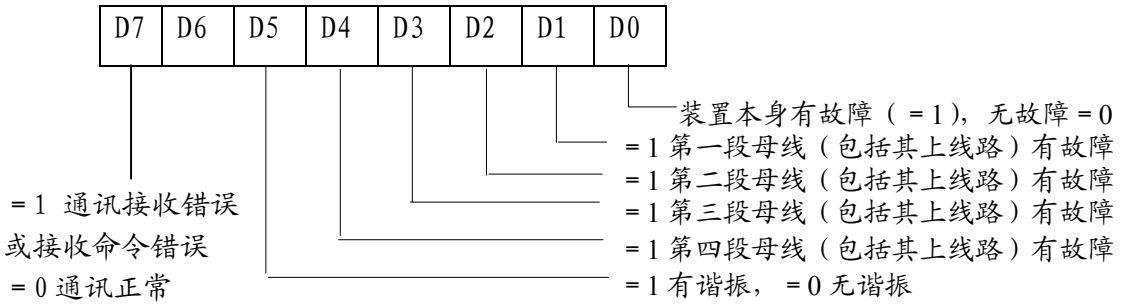
字节 1	装置地址（A）	—从机地址建议为 20H
	报文类型（F）	
	数据长度（N）	
N 个字节	状态（S）	
	数据 DATA	
	（CRC 低）	
	（CRC 高）	

说明：1、数据长度（N）：报文所传送数据命令区的总字节数，不包括装置地址，报文类型码，长度（N）及 CRC 检验码五个字节。

2、检验码（CRC）：为 HDLC 标准的 16 位 CRC 校验码，它的生成，从字节 1 至字节 N+3 构成的信息码多项式 F（X）· X^{16} 除以生成多项式 G（X）=$X^{16}+X^{15}+X^2+1$ 所得余数，即 F（X）· X^{16}/G（X）的余数（模 2），具体实现见附注说明。

3、数据区：根据不同的报文有相应的数据。

4、装置→主站回答 C1 报文有数据上送时，有状态字（一字节）。



二、报文类型及应答过程

主机→装置

名称	数型码
扫描系统状态	8AH
数据接收正确	61H
时钟设置	81H
重复询问	84H

装置→主机

名称	数型码
回答信息（报告故障）	C1H
回答无故障	C2H
回答数据接收正确	C3H
回答时钟设置	B7H

报文应答过程

主站（召呼）		从站（应答）	
报文类型	命令	可能回答的报文	说明
召唤现有报告	8AH	C1H/C2H	
数据接收正确	62H	C3H	主要用于有单相接地故障
重复询问	84H	重复上次报文	
时钟设置	81H	B7H	

说明:

1、 主站召呼现有报告(8AH)

装置地址
8AH
=0
CRC（低）
CRC（高）

子站:

（1） 如果无故障，回答 C2 报文

装置地址
C2
N=1
0（状态字）
CRC（低）
CRC（高）

（2）有新的故障出现时

主站（8AH）

从站回答 C1H 报文

装置地址		
C1H		
N=0DH		
状态字		
TINE—MIN	接地时间（分）	BCD 码
TIME—H	接地时间（时）	BCD 码
FNUM—L	故障线路号（低）	BCD 码
FNUM—H	故障线路号（高）	BCD 码
fault	故障线路序号	（参见规约一说明）
reliability	判断的可信度	（参见规约一说明）
FNUM1—L		
FNUM1—H	} 可能的故障线路之一，	（参见规约一说明）
FNUM2—L		
FNUM2—H	} 可能的故障线路之二，	（参见规约一说明）
FNUM3—L		
FNUM3—H		
CRC（低）	} 可能的故障线路之三，	（参见规约一说明）
CRC（高）		

（3）主站收到 C1H 报文后，如接收正确，下传 62H 报文。如不正确，下传 84H 报文。

主站接收正确：主站 62H—从站 C3H;　　主站接收不正确：主站 84H—从站 C1H

主	从	主	
装置地址	装置地址	装置地址	－从站 C1H 报文
62H	C3H	84H	
0	0	0	
CRC（低）	CRC（低）	CRC（低）	
CRC（高）	CRC（高）	CRC（高）	

从站同时将主站接收正确标志置位。

（4）如果故障继续存在，并且主站接受正确标志置位

则　主站 8AH———— 从站 C2H

装置地址
C2
N=1
状态字
CRC（低）
CRC（高）

从站

2、校时　主站 81H—从站 B7H

主
装置地址
81H
N=06H
秒
分
时
日
月
年
CRC（低）
CRC（高）

从
装置地址
0B7H
N=06H
秒
分
时
日
月
年
CRC（低）
CRC（高）

秒、分、时、日、月、年数值均以 BCD 码表示。

三、附注说明

CRC 码的形成（16 位求余法）:

信息位为（N+3）*8，校验位为 2*8

设信息码为 F（X）（注意：每一个字节高、低位反序）

F（X）排列顺序为：　$b_0b_1\cdots b_7$　$b_0b_1\cdots b_7\cdots b_0b_1\cdots b_7$

字节 1　字节 2　字节 N+3

地址码　类型码

则编码信息为 $C(X)=X^{16}F(X)+S(X)$，现在要求 S(X)即监督位。求循环码，实际上是求 $X^{16}F(X)$ 模 g(x)的余式。

用 16 位求余数法,例如信息为 4 字节,则整个码长 n = 48 位,k = 16,分为三段，每段 16 位

R_2	R_1	R_0

$R(X)=R_0(X)+X^{16}\cdot R_1(X)+X^{32}\cdot R_2(X)$

$=R_0(X)+X^{16}\cdot[R_1(X)+X^{16}\cdot R_2(X)]$

R（X）除以 g（X）后得的余式 S（X）即为校验码。除以 g（X）求余式等于“模 g（X）”的乘法运算。

则 $S(X)=R_0(X)+X^{16}\odot[R_1(X)+X^{16}\odot R_2(X)]$

式中 $R_j(X)$—数字序列多项式，最多幂次为 15，表示十六位数字（j = 0，1，2…）

则　$S_2(X)=R_2(X)+0$

$S_1(X)=R_1(X)+X^{16}\odot R_2(X)=R_1(X)+X^{16}\odot S_2(X)$

$S(X)=S_0(X)=R_0(X)+X^{16}\odot S_1(X)$

上式中的三种形式相同，可以写成

S_{j-1}（X）= R_{j-1}（X）+X^{16}⊙S_j（X）

j = 1，2，3 且 S_3（X）= 0

S_0（X）= S（X）

上式中 S_{j-1}（X）是当前要求的新余式，S_j（X）是上次求得的余式，R_{j-1}（X）是当前收到的新值。

我们设 T_j（X）= X^{16}⊙S_j（X），则其是余式中的一项，全部存储余式表要 2^{16}*2 个单元，显然是不可能的，所以我们利用基本余式表，我们求得基本余式表为:

S_j（X）= 1　　Tj（X）= X^{16} = X^{15}+X^2+1　　= 8005H

S_j（X）= X　　Tj（X）= X^{17} = X^{15}+X^3+X^2+X+1 = 800FH

S_j（X）= X^2　　Tj（X）= X^{18} = X^{15}+X^4+X^3+X+1 = 801BH

S_j（X）= X^3　　Tj（X）= X^{19} = X^{15}+X^5+X^4+X+1 = 8033H

S_j（X）= X^4　　Tj（X）= X^{20} = X^{15}+X^6+X^5+X+1 = 8063H

S_j（X）= X^5　　Tj（X）= X^{21} = X^{15}+X^7+X^6+X+1 = 80C3H

S_j（X）= X^6　　Tj（X）= X^{22} = X^{15}+X^8+X^7+X+1 = 8183H

S_j（X）= X^7　　Tj（X）= X^{23} = X^{15}+X^9+X^8+X+1 = 8303H

S_j（X）= X^8　　Tj（X）= X^{24} = X^{15}+X^{10}+X^9+X+1 = 8603H

S_j（X）= X^9　　Tj（X）= X^{25} = X^{15}+X^{11}+X^{10}+X+1 = 8C03H

S_j（X）= X^{10}　　Tj（X）= X^{26} = X^{15}+X^{12}+X^{11}+X+1 = 9803H

S_j（X）= X^{11}　　Tj（X）= X^{27} = X^{15}+X^{13}+X^{12}+X+1 = B003H

S_j（X）= X^{12}　　Tj（X）= X^{28} = X^{15}+X^{14}+X^{13}+X+1 = E003H

S_j（X）= X^{13}　　Tj（X）= X^{29} = X^{14}+X+1　　= 4003H

S_j（X）= X^{14}　　Tj（X）= X^{30} = X^{15} +X^2+X　　= 8006H

S_j（X）= X^{15}　　Tj（X）= X^{31} = X^{15}+X^3+1　　= 8009H

全部 16 位余数表 T（X）可由基本余式表中的余数基的线性组合构成求得余式：S（X）= $b_{15}X^{15}$+ $b_{14}X^{14}$+…b_1X^1+ b_0

则 CRC 排列为　CRC（低）= b_8 b_9 …b_{15}　　CRC（高）= b_0 b_1 …b_7

例：现在信息码 0100H 则每个字节高低位反序后变为 F（X）= 8000H。

X^{16}F（X）= 80000000H，求其模 g（X）的余式得 S（X）= 8009H，则 CRC（低）= 01H，CRC（高）= 90H，所以发送信息为 01000190H。

入口：AX－ 数据区首址,BH－ 数据含有的字数。

出口：EX － 存余数。

用到的寄存器：AX,BX,CX,DX,EX。

```
CRC:    CLR DX              ; 余式 Tj(X)初始清零
CRC0:   LD EX,[AX]+         ; 取入一个十六位字数据
        XOR EX,DX           ; 该字与前余式模 2 相加
        DJNZ BH ,CRC1       ; 得本次部分余式
        RET
CRC1:   LD CX,#STAB         ; 将基本余式表首址→CX
```

```
LD BL,#16        ；形成 16 位循环
CLR DX
CRC2：SHR EX,#1        ；将部分余右移一位
JNC CRC3          ；如无进位转走
XOR DX,[CX]      ；余数是基本余数的线性组合
CRC3：ADD CX,#2        ；指向下一个基本余数
DJNZ BL,CRC2        ；十六位循环
SJMP CRC0
```

§11.1.4 规约 4

1、物理接口：串行 232 或 485 接口，异步，8，n，1，9600bps(波特率可选)

2、通信方式

主从方式，全双工或半双工，选线装置为从机，只有接收到查询命令，才上传响应信息。从机地址可选，建议采用 80H－FEH 之间。

3、信息类型

从 HOST 到 SLAVE 为命令信息，从 SLAVE 到 HOST 为响应信息。

协议基本格式:

1）同步码	7EH	1 字节
2）从机地址	80H-FEH	1 字节
3）从机地址补码		1 字节
4）命令字	50H	1 字节
5）数据	头两个字节为数据长度，后面为数据，出现 0DH 时发 05H，08H; 出现 05H 时发 05H，00H。	
6）帧检验	（2-5）项逐字节作无符号加法，模 256 取反加 1。	1 字节
7）结束码	0DH	1 字节

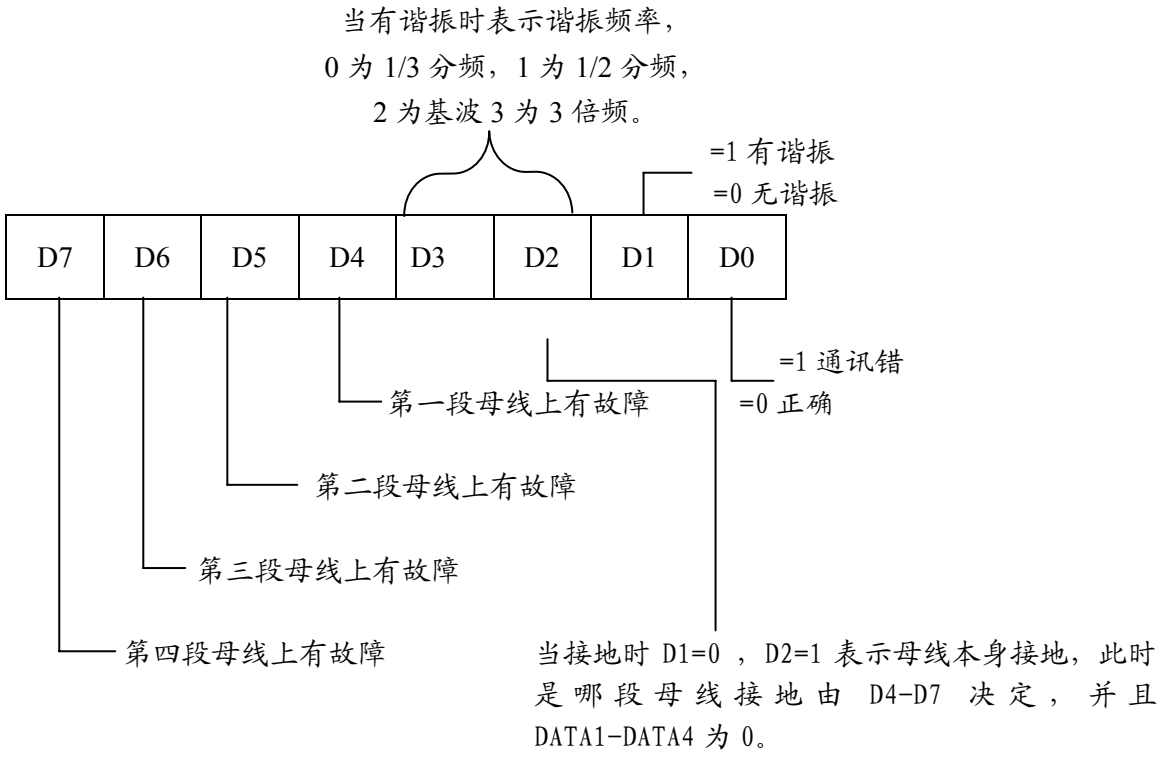
4、主→从查询命令

7EH
地址（A）
地址补码（A*）
命令（50H）
帧检验（CS）
结束码（0DH）

5、从→主响应信息

同步字（7EH）	
地址（A）	
地址补码（A*）	
命令（50H）	
长度 L（06H）	**数据长度N**
长度 H（00H）	
DATA1	**四字节共32位对应32条出线的接地指示，32位只能有1位为“1”表示接地**
DATA2	
DATA3	
DATA4	
状态字（STATE）	
00H	
帧检验（CS）	
结束码（0DH）	

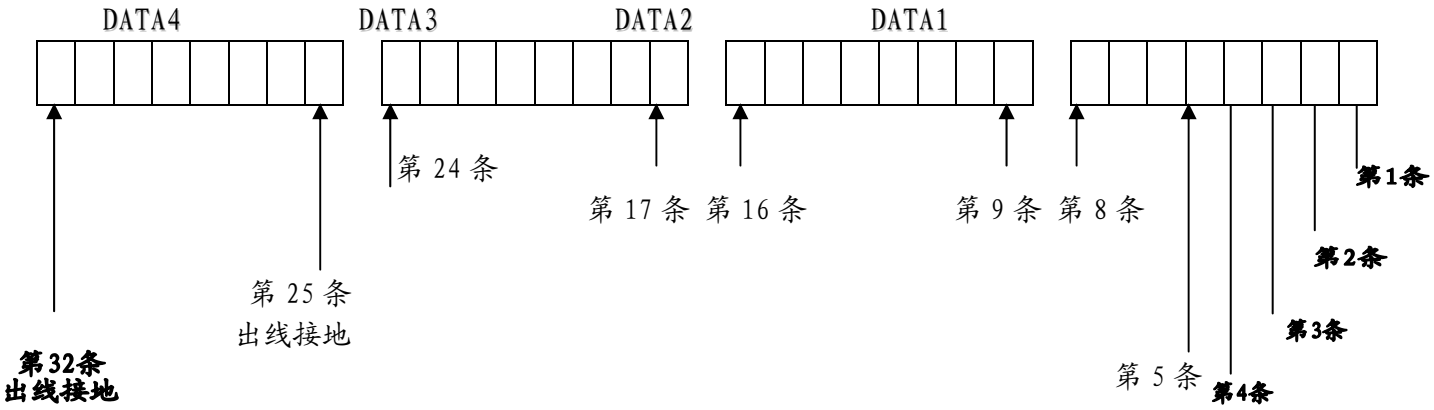
状态字（STATE）定义:



说明:

1)当装置没有检测到接地时 DTAT1-DATA4 为 0，状态字高四位为 0，最低位视子站接收的数据正确性为定。

2)当装置检测到接地后，根据判断的情况置 DATA1-DATA4 中的相应位为 1。



由于该装置能区别母线与线路接地，因此，32 位数据中只能有 1 位置 1，至于该出线是在哪断母线上，可由状态字中对应的母线标志置 1 判断。如果状态字中高四位有置 1 的位，DTAT1-DATA4 为 0，并且 D2 为 0 则表示无法正确选线。

3)状态字中 D_0 位为通讯出错指示位，当子站收到的数据地址（A）与地址补码（A*）A+A*≠0 时置位或命令字≠50H 时置位或帧检验不对时置位。

§11.1.5 BCD 码的一些特殊处理

1、BCD 码四位代表一个数 0-9，但实际上 4 位可表示 0-9，A-F，因此在编号中作了一些扩充。

四位二进制码　　0,1,2,……8,9,A,B,C,D,E,F

对应的 BCD 编码　　0,1,2,……8,9,A,B,F,L,-,空格

2、二个字节可表示为 4 位 BCD 码，因此编号最多为 4 位,编号中可含 0-9 的数字，空格（编码为 F），A（编码为 A）,B（编码为 B），
F（编码为 C），L（编码为 D），－（编码为 E）。

3、如编号为 422，则故障线路号低位字节 BCD 码为 22H，故障线路号高位字节 BCD 码为 F4H。

4、如果不是线路故障。而是母线接地，则显示为 i--（这里 i=1，2，3，4，表示第 i 段母线），因此故障线路号低位字节 BCD 码为 OEEH，故障线路号高位字节 BCD 码为 OFiH（i = 1，2，3，4）。母线编号也可以编为 10-1 表示 10KVI 段 母线，此时 BCD 码为低字节 E1H，高字节 10H。

5、如果装置无法正确选线，则显示 “LLLL”，上传故障线路号低位字节 BCD 码为 0DDH，故障线路号高位字节 BCD 码为 0DDH，此时表示判断不出来

6、规约 2 中　四位 ASC Ⅱ码表示的线路编号同理。

如为　“i－－”　(i=1,2,3,4)　则为第 i 段母线接地。

如为　“LLLL”　则无法准确判断。

§11.1.6 规约 5（部颁 CDT，新增）

一、采用标准部颁 CDT 规约，CRC 校验函数 X^8+X^2+X+1，陪集码为 0FFH。

二、遥信格式为:

同步字	控制字	信息字

三、 故障信息以遥信字的方式上传

1、同步字

D7H	09H	D7H	09H	D7H	09H

2、控制字

61H	F4H	02H	A	00	CRC
控制字节	遥信帧	二个遥信字	装置地址		CRC 校验码

1、信息字

每帧中含而 2 个信息字，

在 F0H 信息字中，D0—D31 共 32 位遥信量对应 32 条出线的接地指示，当 Di=1 时，表示第 i+1 条出线接地，D0—D31 中同时只能有一位为 1。

0F0H							
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16
D31	D30	D29	D28	D27	D26	D25	D24
CRC							

在 F1H 信息字中，D0—D3 对应四段母线的故障指示，D4—D7 对应于母线上有谐振时的谐振频率指示。当 D4—D7 全部为零时，表示接地故障，否则为谐振故障。

0F1H							
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0							
0							
0							
CRC							

当 Di=1 时（i<4），表示第=i+1 段母线上有故障，此时如果 D4—D7 全部为零，则表示该段母线上有接地，是母线本身接地还是所带线路接地，需看 F0 所在的信息字中 D0—D31 中有不为零的位时，则表示线路接地，否则为母线本身接地；当 D4—D7 中有一位不为零时，表示母线上有谐振，此时 D4=1 表示谐振频率为 3 分频，D5=1 表示谐振频率为 2 分频，D6=1 表示谐振频率为基频，D7=1 表示谐振频率为 3 倍频。母线上有谐振时，F0H 信息字中的 D0—D31 全部为零。

D0—D3 可能有一位以上的位同时不为零，因为母线可能并联运行。

§ 11.2 通过继电器接点接口

继电器输出有三种方式（见§ 5.3.2），建议使用方式 2，因为这种方式下接点数最少（7 个继电器接点）。

6 个接点（0，1，2，3，4，5）用来表示 4 段母线及 32 条出线的故障情况及一个无法选线

指示。另有一个总故障信号。当为 00000B 时，总故障信号 = 1 表明是第一段母线故障。为 000100B 时第一条出线故障，为 011111B 时为第 28 条出线故障。为 100011B 时为第 32 条出线故障，为 100100 时表明无法正确选线。继电器输出形式为空接点，有一个公共端。

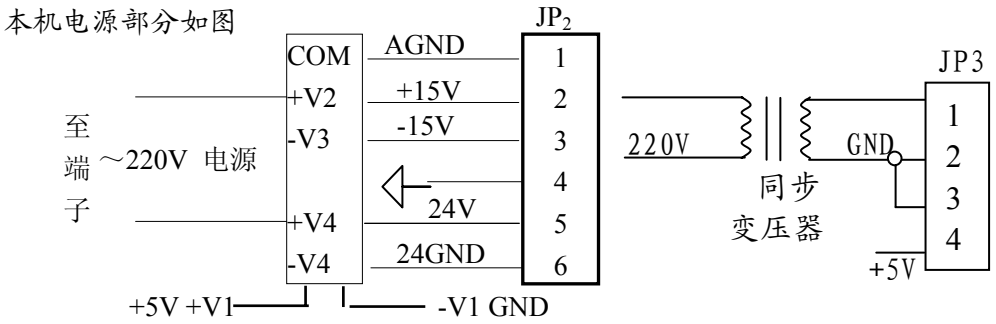
如选串口方式，则继电器接点输出信号可不引到屏柜上。

§ 12　装置的定检与维护

由于本机采用大规模集成电路和计算机控制，机器调试完毕后，基本上没什么维护量。但是应把本装置按保护装置对待，因此也应定检。

§ 12.1　定检与维护方法

§ 12.1.1　定期检查直流电源工况



如果发现电源输出和标称值相差很大，说明电源有故障，应更换检修（开关电源）。

§ 12.1.2　检查放大倍数

方法参见§ 8.4

§ 12.1.3　检查各通道情况

方法参见§ 8.3

§ 12.1.4　自检

方法参见§ 7.3.5

§ 12.2　常见故障及处理办法

§ 12.2.1　自检时显示“零点偏移 I（或 V）”

可能：CT 采集回路偏移电压与 0V 偏差较大，检查 ± 15V 电源是否有故障。

§ 12.2.2　装置正常运行时，没有接地情况，装置启动报警

可能：①多路开关或放大器损坏，解决办法是更换器件。

②CT 正常时零序电流值较大，解决办法是查线。

③正常运行时 PT 值大于整定值，解决办法是通过编程抬高整定值。

④装置电源出故障。

§ 12.2.3 有接地情况，装置不启动

可能：①装置不在运行状态（运行灯灭），退出调试状态即可。

②外部引入的 PT 信号未进入装置，查线。

③内部隔离小 PT 损坏或放大电路损坏，更换器件。

④器件或连接器接触不良。

⑤输入电压值小于整定值。

§ 12.2.4 装置在系统故障情况下，不打印

可能：①打印机电源或扁平电缆接触不良，重新按一下。

②打印机面板上的在线灯不亮，按打印机上 SEL 键，使打印机指示灯亮。

③无法正确选线时，也不打印结果。

§ 12.3 微型打印机操作说明及换纸方法

本机配备 SP-D(E)系列前换纸面板嵌入式（盘装式）微型打印机。

§ 12.3.1 打印机的结构

SP-D(E) 型微打由可翻转面板前盖、机壳、打印机机头、机头拉板、电路板、纸轴、纸卷和紧固卡条组成。面板前盖设有透明窗，可观察打印纸用量；翻开面板前盖,在右下方设有一个 SEL、LF 共用按键和 SEL 指示灯，透明窗上方为带切纸锯齿的出纸口。打印机机头和纸卷安装在前盖后的机壳上。

使用安装在打印机两侧的紧固卡条将打印机固定在仪器面板上。

§ 12.3.2 安装及取出打印机

安装打印机时把打印机插入仪器面板上的开孔内，将紧固卡条挂在打印机两侧壁上的卡孔上。然后用螺丝刀将紧固卡条的螺丝旋紧，打印机便牢牢地固定在仪器面板上。捏住面板前盖上方两侧，稍向外用力，即可翻下前盖。

§ 12.3.2 安装纸卷及上纸

翻下打印机前盖捏住固定机头的机头拉板两侧的弹性卡条，将机头拉板拉出（约 2cm）。打印机纸轴是易于使用的弹性纸轴，稍用力捏住弹性纸轴的两端，可将弹性纸轴上的纸卷安装到纸轴架上。

接通打印机电源，打印机走纸三点行后。进入待命状态，此时指示灯亮。按一下按键，指示灯灭，再按住按键 1 秒钟以上，打印机开始走纸；或直接按住按键 1 秒钟以上，打印机开始走纸。将打印纸的前端剪成三角型后，将打印纸推入打印机进纸口，打印机纸会被打印机卷进。待打印纸从打印机机头上方出纸口处伸出一段时，按一下按键停止走纸，自动进入指示灯亮的待命状态。将机头拉板推回原位，再将面板前盖盖好。

§ 12.3.4 自检测

将打印机电源关断，按住 SEL 键后接通打印机电源，打印机进入自检测，打印出自检清单。

§ 12.3.5 运行及操作

接通打印机电源，打印机走纸三点行后进入待命状态。此时指示灯亮，表示打印机可以从

打印机接口接收数据进行打印。

在待命状态下，按一下按键（时间不超过 1 秒钟），指示灯灭，进入离线状态。再按一下按键（时间不超过 1 秒钟），指示灯灭，进入待命状态。在离线状态下，打印机忙线为“忙”状态不能接收数据。

不论灯亮还是灯灭，按住按键 1 秒钟以上打印机开始走纸。走纸时指示灯灭。

打印过程中按一下按键，打印机打印完当前行后暂停打印，进入指示灯灭的离线方式。再按一下按键（时间不超过 1 秒钟）进入在线方式，继续打印；打印机暂停时按住按键 1 秒钟以上打印机开始走纸，可进行上纸操作。

§12.3.6 更换色带

经过一段时期的使用后，打印的字迹会变浅，需要更换打印色带。翻下打印机前盖板，捏住机头拉板两侧的弹性卡条，将机头拉板向外拉至色带盒全部露出，更换色带。

§13 附录

§13.1 附录 A 架空线、电缆线电容电流估算方法

1、架空线的电容电流计算

$I=(2.7\sim3.3)\cdot U\cdot L\cdot 10^{-3}$ 安

式中 U—电网的额定电压（KV），L—线路长度（KM）

系数 2.7 适用于无避雷线的线路（木杆线路）

系数 3.3 适用于有避雷线的线路（木杆线路），金属杆塔时增加 10%

变电所的电力设备所引起的电容电流增值，可按下表估计

额定电压（kV）	6	1 0	35	66
电容电流增值（%）	18	16	13	12

2、电缆要比同样长度架空线的电容电流大 25 倍（三芯电缆）~50 倍（单芯电缆），在近似计算中可采用 Ic=0.1UL 安

U，L 定义同上

也可采用下表的平均值计算

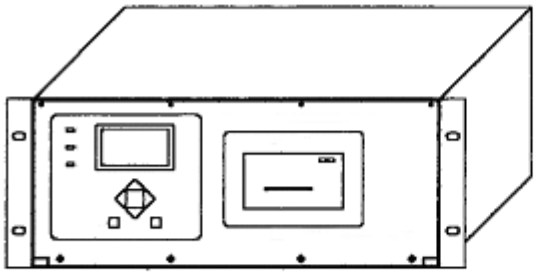
电缆线路电容电流平均值（安/公里）

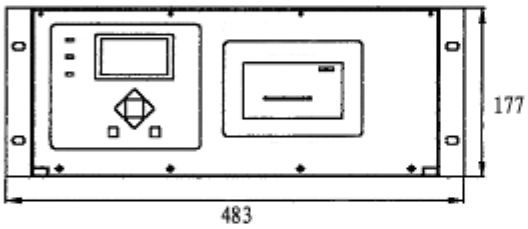
额定电压(kV) / 电容电流(A/km) / 缆芯截面(mm)	6	10	35
10	0.33	0.46	-
16	0.37	0.52	-
25	0.46	0.62	-
35	0.52	0.69	-
50	0.59	0.77	-
70	0.71	0.90	3.07

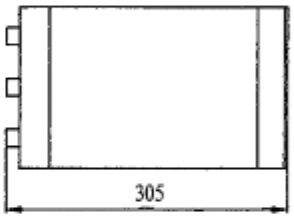
95	0.82	1.00	4.10
120	0.89	1.10	4.40
150	1.10	1.30	4.80
185	1.20	1.40	5.20

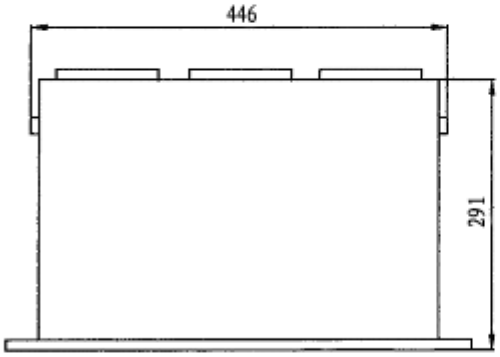
§13.2 附录B 装置外型尺寸及开孔尺寸图

一、装置外形图

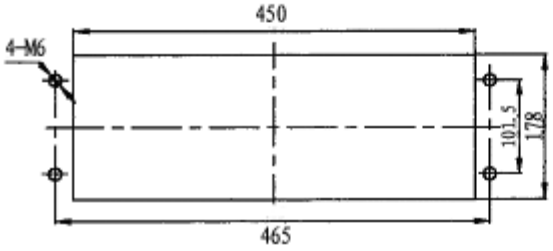




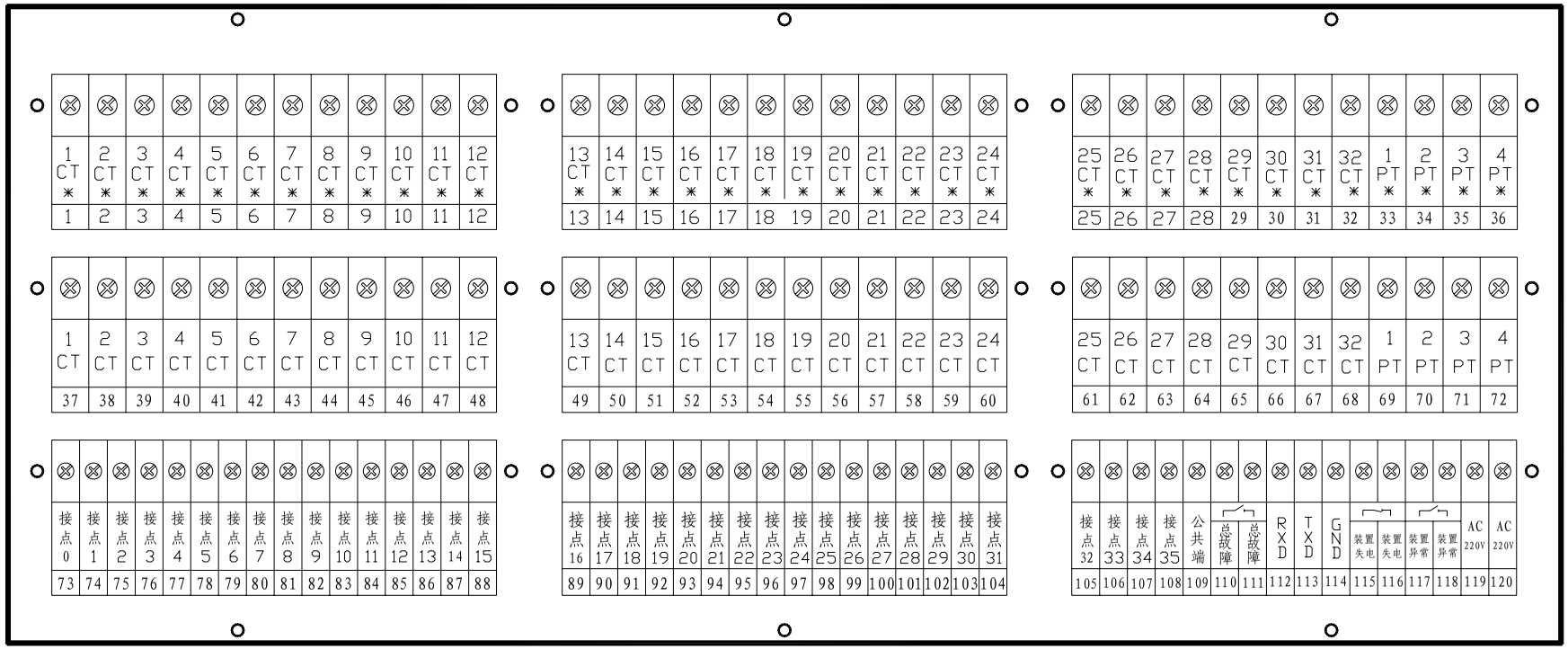




二、屏上开孔尺寸

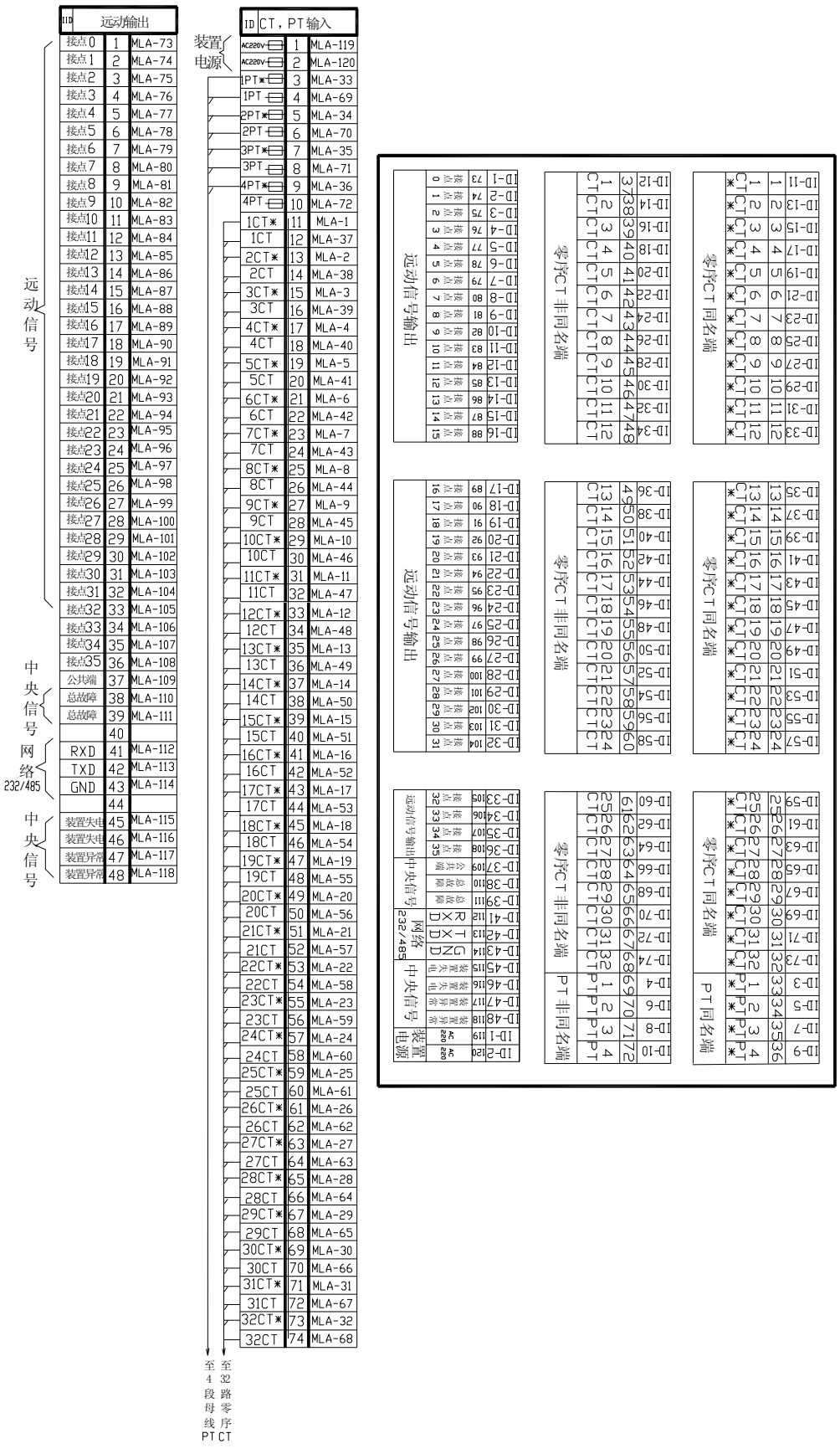


后面板端子图



说明：装置后面板共有三排端子，第一排与第二排用于接入输入信号（CT信号，PT信号），第三排用于输出信号及装置电源。
第一组CT信号同名端引入第一排第一个端子，非同名端引入第二排第一个端子，其它CT以此类推。

小电流接地选线/消谐装置标准配线图

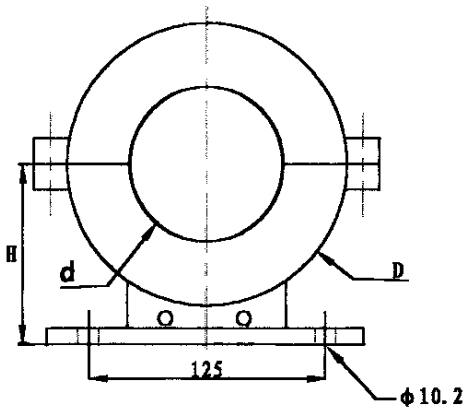


§13.3 附录C LCT型零序电流互感器

一、主要技术指标

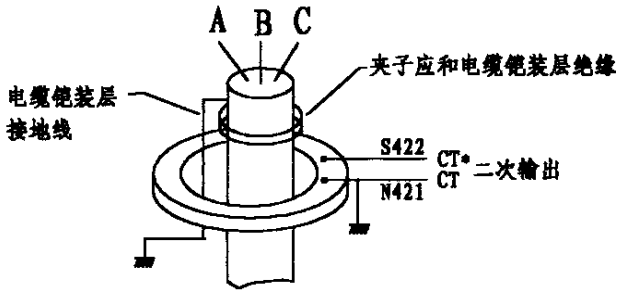
变比 100:1　　精度 1%

二、外形尺寸



型号	规格	d	D	H
LCT-1	80	85	155	100
LCT-2	100	105	175	120
LCT-3	120	125	190	120
LCT-4	140	145	210	130
LCT-5	160	165	330	140

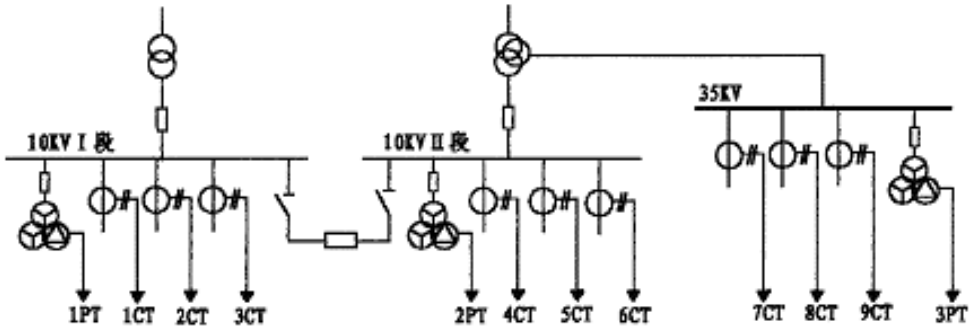
三、安装方法



四、定货须知：请注明型号（和电缆外径有关）及数量

§13.4 附录D 接入系统图

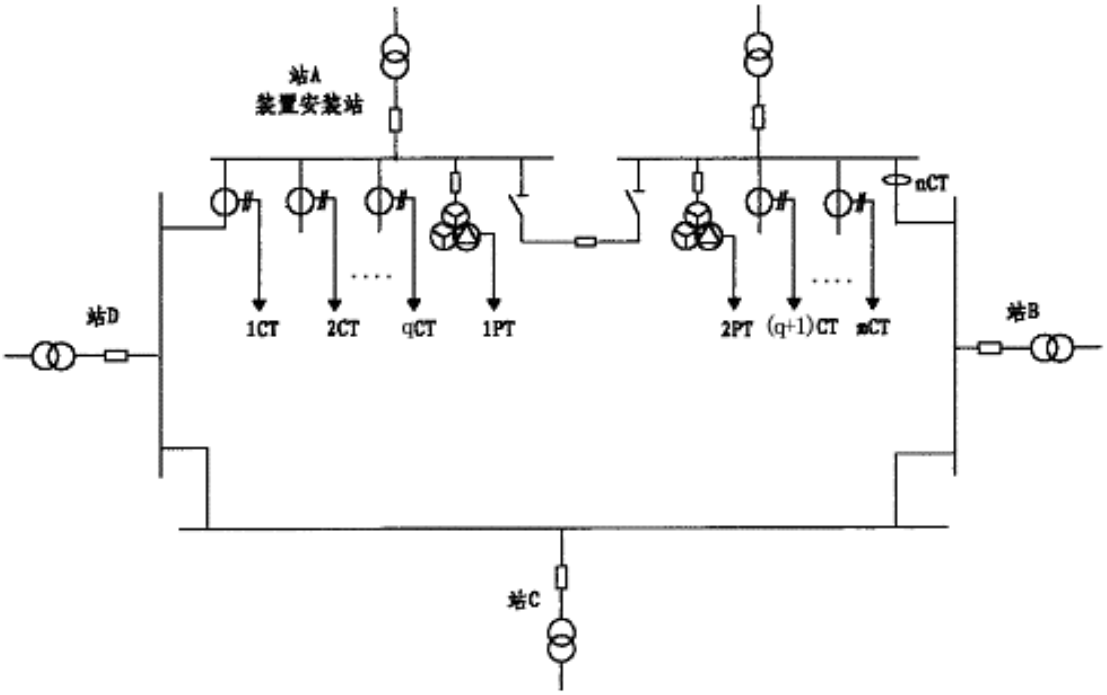
§13.4.1 一般系统接入图



说明：本装置最多可引入4段母线（可以为两个电压等级），32路线路信号.如果线路数超过32条，可安装2台装置.

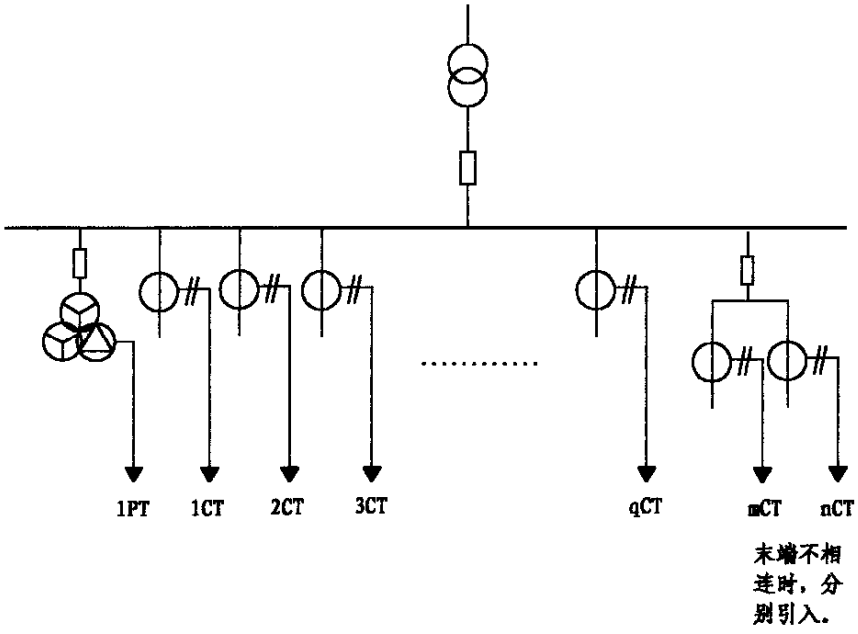
当在同一电压等级,二段以上母线上时,如果第二段母线与第三段母线之间有母联开关则应将编程菜单中“配置”之菜单下的“母联开关”设为“有”.

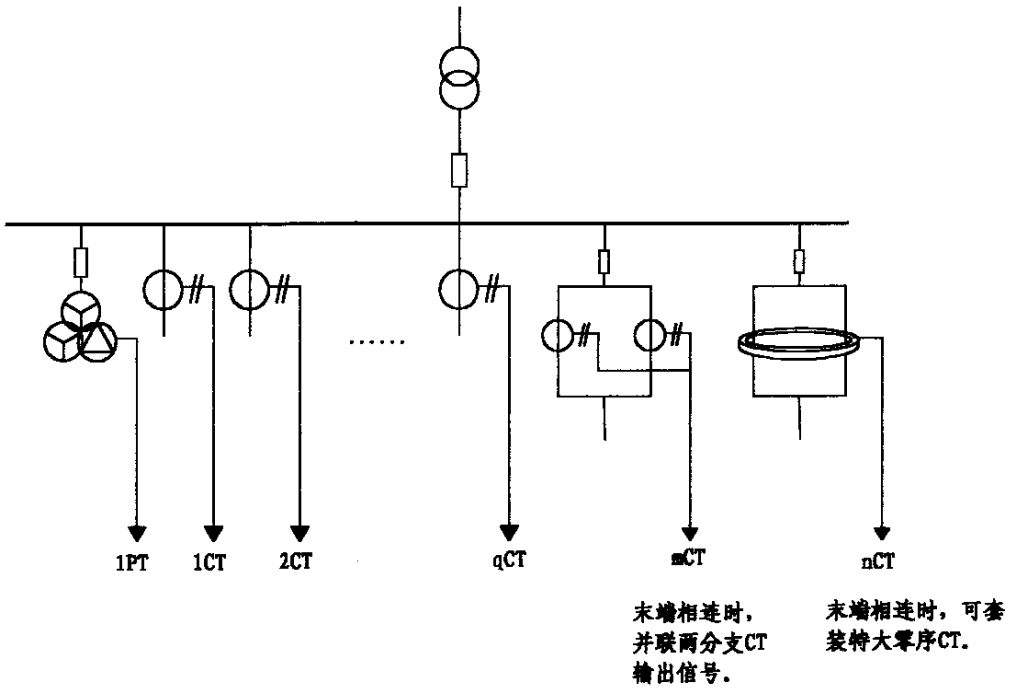
§13.4.2 环网站



说明：对于连接环网的二根电缆，只将其中一根的零序信号引入装置，另一根不引入，如果在连接电缆上发生单相接地或其他站发生单相接地，则本站装置指示引入的连接出线编号.

§13.4.3 并联出线的处理





竭诚为客户提供专家级的服务

中国电科院南京鹏智电气设备有限公司

地址：南京市江宁开发区高湖路 9 号金聚龙大厦二楼 C 区
邮件：211100
销售：025-57928326-832
技术服务：025-57928327-816
总机：025-52782031，57928328，57928329
传真：025-52782023
投诉：025-52782027